

**DISEÑO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN DEL AGUA
EN EL PROCESO DE LAVADO DE MOTORES DE LA EMPRESA
RECTIFICADORA DE MOTORES VELÁZQUEZ PARA SU
REUTILIZACIÓN**

David Felipe Olaya Jiménez

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2017

**DISEÑO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN DEL AGUA
EN EL PROCESO DE LAVADO DE MOTORES DE LA EMPRESA
RECTIFICADORA DE MOTORES VELÁZQUEZ PARA SU
REUTILIZACIÓN**

David Felipe Olaya Jiménez

Proyecto de grado dirigido para optar por titulación de Ingeniero
Industrial

Director: M.S.c. Ingeniero Industrial Adolfo León

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2017

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá 10/marzo/ 2017

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	18
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.1	DESCRPCIÓN DEL PROBLEMA	19
2.2	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
3.	OBJETIVOS	21
3.1	OBJETIVO GENERAL	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4.	JUSTIFICACIÓN	22
5.	MARCO DE REFERENCIA	24
6.	MARCO TEÓRICO	26
6.1	FILTRO CATALIZADOR	29
6.1.1	GRAVILLA	30
6.1.2	GRAVA	31
6.1.3	ARENA PARA CONSTRUCCIÓN	32
6.1.4	ARENA PARA SANDBLASTING	33
6.1.5	TIERRA	34
6.1.6	ALGODÓN	36
6.1.7	CARBÓN MINERAL	36

6.1.8	CARBÓN VEGETAL	37
6.1.9	CARBÓN MINERAL PULVERIZADO	38
6.2	QUÍMICOS PARA LIMPIEZA DEL AGUA (CLORACIÓN)	39
6.2.1	SULFATO DE ALUMINIO	40
6.2.2	CLORO PULVERIZADO	41
6.2.3	ÁCIDO MURIÁTICO	42
6.2.4	NONILFENOL	43
6.3	FILTRACIÓN EN CARBONO ACTIVADO	44
6.3.1	ALGODÓN	45
6.3.2	CARBÓN VEGETAL	46
6.3.3	CARBÓN MINERAL	47
6.3.4	CARBÓN PULVERIZADO	48
6.4	DOPPM	49
6.5	PH	50
6.6	PHmV	52
6.7	μS/cm	53
6.8	TDSPPT	54
6.9	SAL	56
6.10	ORP	57

6.11	DO%	58
6.12	COLOR	59
6.13	TURBIDEZ	60
7.	MARCO NORMATIVO	62
8.	METODOLOGÍA	63
8.1	HERRAMIENTAS	66
8.2	PRESUPUESTO	67
9.	EXPERIMENTACIÓN	69
9.1.1	PRUEBA #1 FILTRO CATALIZADOR	70
9.1.2	PRUEBA #2 FILTRO CATALIZADOR	71
9.1.3	PRUEBA #3 FILTRO CATALIZADOR	73
9.1.4	PRUEBA #4 FILTRO CATALIZADOR	75
9.1.5	PRUEBA #5 FILTRO CATALIZADOR	77
9.1.6	PRUEBA #6 FILTRO CATALIZADOR	79
9.1.7	PRUEBA #1 QUÍMICO	81
9.1.8	PRUEBA #2 QUÍMICOS	83
9.1.9	PRUEBA #3 QUÍMICOS	85
9.1.10	PRUEBA #4 QUÍMICOS	87
9.1.11	PRUEBA #5 QUÍMICOS	89

9.1.12	PRUEBA #1 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	91
9.1.13	PRUEBA #2 FILTRO DE CARBON ACTIVADO	93
9.1.14	PRUEBA #3 FILTRO DE CARBON ACTIVADO	95
9.1.15	PRUEBA #4 FILTRO DE CARBON ACTIVADO	97
9.2	TOMA DE MUESTRAS	99
10.	RESULTADOS DE LAS MUESTRAS	104
10.1	MUESTRA 00	105
10.2	MUESTRA 01 Y MUESTRA 02	107
10.3	MUESTRA 03 Y MUESTRA 04	110
10.4	MUESTRA 05 Y MUESTRA 06	113
10.5	MUESTRA 07 Y MUESTRA 08	116
10.6	MUESTRA 09 Y MUESTRA 10	119
10.7	MUESTRA 11, MUESTRA 12 y MUESTRA 13	123
10.8	MUESTRA 14, MUESTRA 15 Y MUESTRA 16	126
10.9	MUESTRA 17, MUESTRA 18 Y MUESTRA 19	128
10.10	COLOR	132
10.11	TURBIDEZ	132
11.	PROTOTIPO	134
11.2	INSTALACIÓN DE MECANISMOS ELECTRÓNICOS	135

12. CONCLUSIONES	136
12.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN	136
12.2 CANTIDAD DE AGUA QUE SE RENUEVA	137
12.3 CONTAMINACION DISMINUÍDA	137
12.4 TIEMPO DEL PROCESO	138
12.5 COSTO BENEFICIO	139
13. BIBLIOGRAFÍA	140
14. ANEXOS	147

LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1- Gravilla mona</i>	<u>31</u>
<i>Imagen 2- Grava</i>	<u>32</u>
<i>Imagen 3- Arena</i>	<u>33</u>
<i>Imagen 4- Arena para Sandblasting</i>	<u>34</u>
<i>Imagen 5- Tierra negra sin abono</i>	<u>35</u>
<i>Imagen 6- Representación de los sumideros de agua potable encontrados en el fondo de la tierra</i>	<u>35</u>
<i>Imagen 7- Algodón</i>	<u>36</u>
<i>Imagen 8- Carbón mineral</i>	<u>37</u>
<i>Imagen 9- Carbón vegetal</i>	<u>38</u>
<i>Imagen 10- Carbón mineral pulverizado</i>	<u>39</u>
<i>Imagen 11- Sulfato de aluminio</i>	<u>40</u>
<i>Imagen 12- Cloro Granulado</i>	<u>41</u>
<i>Imagen 13- Acido muriático</i>	<u>43</u>
<i>Imagen 14- Nonilfenol</i>	<u>44</u>
<i>Imagen 15- Algodón</i>	<u>46</u>
<i>Imagen 16- Carbón vegetal</i>	<u>47</u>
<i>Imagen 17- Carbón mineral</i>	<u>48</u>
<i>Imagen 18- Carbón mineral pulverizado</i>	<u>49</u>
<i>Imagen 19- Ejemplo de potencia y voltaje</i>	<u>53</u>
<i>Imagen 20- Escala de sólidos totales disueltos medida en partículas por trillón</i>	<u>55</u>
<i>Imagen 21- Ejemplo de potencial de oxido reducción</i>	<u>58</u>

<i>Imagen 22- Ejemplo de la escala del color del agua respecto a su dureza</i>	<u>60</u>
<i>Imagen 23- Construcción artesanal del filtro catalizador #1</i>	<u>70</u>
<i>Imagen 24- Construcción artesanal del filtro catalizador #2</i>	<u>71</u>
<i>Imagen 25- Construcción artesanal del filtro catalizador #3</i>	<u>73</u>
<i>Imagen 26- Construcción artesanal del filtro catalizador #4</i>	<u>75</u>
<i>Imagen 27- Construcción artesanal del filtro catalizador #5</i>	<u>77</u>
<i>Imagen 28- Construcción artesanal del filtro catalizador #6</i>	<u>79</u>
<i>Imagen 29- Prueba química #1</i>	<u>81</u>
<i>Imagen 30- Prueba química #2</i>	<u>83</u>
<i>Imagen 31- Prueba química #3</i>	<u>85</u>
<i>Imagen 32- Prueba química #4</i>	<u>87</u>
<i>Imagen 33- Prueba química #5</i>	<u>89</u>
<i>Imagen 34- Construcción artesanal del filtro de carbón activado #1</i>	<u>91</u>
<i>Imagen 35 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #2</i>	<u>93</u>
<i>Imagen 36 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #3</i>	<u>95</u>
<i>Imagen 37 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #4</i>	<u>97</u>
<i>Imagen 38- Modelación del prototipo</i>	<u>134</u>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Cuadro comparativo de los modelos de filtración investigados	<u>26</u>
Tabla 2- Escala del oxígeno disuelto medida en partículas por millón	<u>50</u>
Tabla 3- Escala de medida del pH	<u>51</u>
Tabla 4- Comparación del pH en algunos líquidos	<u>52</u>
Tabla 5- Escala de conductividad del agua	<u>54</u>
Tabla 6- Escala de salinidad del agua	<u>57</u>
Tabla 7- Escala de oxígeno disuelto expresada en porcentaje de saturación del aire	<u>59</u>
Tabla 8- Escala del color del agua respecto a su dureza	<u>59</u>
Tabla 9- Escala de límites permisibles sobre la turbiedad del agua	<u>61</u>
Tabla 10- Costos del proyecto	<u>67</u>
Tabla 11- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #1	<u>70</u>
Tabla 12- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #2	<u>72</u>
Tabla 13- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #3	<u>74</u>
Tabla 14- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #4	<u>76</u>
Tabla 15- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #5	<u>78</u>
Tabla 16- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #6	<u>80</u>
Tabla 17- Descripción de los químicos usados en la prueba #1	<u>82</u>
Tabla 18- Descripción de los químicos usados en la prueba #2	<u>84</u>
Tabla 19- Descripción de los químicos usados en la prueba #3	<u>86</u>
Tabla 20- Descripción de los químicos usados en la prueba #4	<u>88</u>
Tabla 21- Descripción de los químicos usados en la prueba #5	<u>89</u>
Tabla 22- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón activado #1	<u>92</u>

Tabla 23- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón activado #2	<u>94</u>
Tabla 24- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón activado #3	<u>96</u>
Tabla 25- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón activado #4	<u>98</u>
Tabla 26- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por componentes unitarios	<u>99</u>
Tabla 27- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por filtros catalizadores	<u>100</u>
Tabla 28-- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por pruebas químicas	<u>101</u>
Tabla 29- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por filtros de carbón activado	<u>102</u>
Tabla 30- Resultados de las muestras enviadas al laboratorio químico	<u>104</u>
Tabla 31- Resultados de la muestra 00	<u>105</u>
Tabla 32- Resultados de la muestra 01 y 02	<u>107</u>
Tabla 33- Resultados de la muestra 03 y 04	<u>111</u>
Tabla 34- Resultados de la muestra 05 y 06	<u>114</u>
Tabla 35- Resultados de la muestra 07 y 08	<u>117</u>
Tabla 36- Resultados de la muestra 09 y 10	<u>120</u>
Tabla 37- Resultados de la muestra 11, 12 y 13	<u>123</u>
Tabla 38- Resultados de la muestra 14, 15 y 16	<u>126</u>
Tabla 39- Resultados de la muestra 17, 18 y 19	<u>129</u>
Tabla 40- Resultados de turbidez y color de los filtros de carbón	<u>132</u>

LISTA DE GRAFICAS

<i>Grafica 1- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 01 y 02</i>	<u>110</u>
<i>Grafica 2- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 03 y 04</i>	<u>113</u>
<i>Grafica 3- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 05 y 06</i>	<u>116</u>
<i>Grafica 4- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 07 y 08</i>	<u>119</u>
<i>Grafica 5- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 09 y 10</i>	<u>122</u>
<i>Grafica 6- Comparación de la cantidad de pruebas que supero cada filtro catalizador con respecto a los otros según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 11, 12 y 13</i>	<u>125</u>
<i>Grafica 7- Comparación de la cantidad de pruebas que supero prueba química con respecto a las otras según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 14, 15 y 16</i>	<u>128</u>
<i>Grafica 8- Comparación de la cantidad de pruebas que supero cada filtro de carbón activado con respecto a los otros según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 11, 12 y 13</i>	<u>131</u>

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1- Datos recogidos del filtro catalizador #1	147
Anexo 2- Datos recogidos del filtro catalizador #2	148
Anexo 3- Datos recogidos del filtro catalizador #3	149
Anexo 4- Datos recogidos del filtro catalizador #4	150
Anexo 5- Datos recogidos del filtro catalizador #5	151
Anexo 6- Datos recogidos del filtro catalizador #6	152
Anexo 7- Datos recogidos de la prueba química #1	153
Anexo 8- Datos recogidos de la prueba química #2	154
Anexo 9- Datos recogidos de la prueba química #3	155
Anexo 10- Datos recogidos de la prueba química #4	156
Anexo 11- Datos recogidos de la prueba química #5	157
Anexo 12- Datos recogidos del filtro de carbón activado #1	158
Anexo 13- Datos recogidos del filtro de carbón activado #2	159
Anexo 14- Datos recogidos del filtro de carbón activado #3	160
Anexo 15- Datos recogidos del filtro de carbón activado #4	161
Anexo 16- Datos recogidos de la toma de muestras #00, #01, #02 y #03	162
Anexo 17- Datos recogidos de la toma de muestras #04, #05, #06 y #07	163
Anexo 18- Datos recogidos de la toma de muestras #08, #09 y #10	164
Anexo 19- Datos recogidos de la toma de muestras #11	165
Anexo 20- Datos recogidos de la toma de muestras #12	166
Anexo 21- Datos recogidos de la toma de muestras #13	167
Anexo 22- Datos recogidos de la toma de muestras #14, #15 y #16	168

Anexo 23- Datos recogidos de la toma de muestras #17, #18 y #19	169
Anexo 24- Plano estructura del prototipo	170
Anexo 25- Plano prototipo parte superior	171
Anexo 26- Plano prototipo parte media	172
Anexo 27- Plano prototipo parte inferior	173
Anexo 28- Planos prototipo tubo conector	174
Anexo 29- Plano prototipo refuerzo estructura	174

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su amor y bondad, porque me permite sonreír ante todos mis logros, que son el resultado de tu ayuda, por darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

Infinitas gracias a mi familia por el apoyo incondicional en el transcurso de este camino, que decidí recorrer.

De manera especial a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a mi madre por confiar en mí y estar dispuesta a acompañarme en cada etapa de mi vida, por su inmenso amor y entrega.

A mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron siempre.

A mis amigos y compañeros que a través de su esfuerzo dedicación, investigación y entrega que tuvieron con el proyecto hicieron esto posible

A mi director del proyecto que siempre creyó en mí y apoyo cada etapa de este largo camino.

Por todas las experiencias que han sido aprendizaje para crecer cada día personal y profesionalmente.

A cada uno de nuestros docentes que aportaron a mi formación.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres que por su entrega, hicieron todo esto posible junto con mis familiares; y a mi novia que gracias a su amor, paciencia y confianza me acompañó en cada etapa y afrontando cada problema de la mejor manera para lograr concluir esta gran etapa de mi vida.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata sobre la problemática que se presenta hoy en día en la empresa rectificadora de motores Velázquez, esta empresa se dedica a la reparación y rectificado de motores a gasolina y diesel, en su primer proceso, se presentan elevados consumos de agua potable y el agua residual de este proceso es necesario tratarla para que pueda ser enviada a las alcantarillas del acueducto de Bogotá y renovarla para reutilizarla en el mismo proceso para disminuir sus elevados consumos; pero este tema será explicado de forma detallada en el siguiente punto titulado descripción del problema.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, el mundo está enfrentando una crisis de agua debido a la falta de éste suministro potable. Dicha escasez es una consecuencia del rápido desarrollo de las industrias y la gran cantidad de agua residual de procesos, que se descargan a los ríos y sistemas de agua corriente. Estos residuos suelen contener una gran variedad de contaminantes, muchos en forma de iones catiónicos y aniónicos, aceites y grasas, y demás residuos orgánicos con efectos nocivos y venenosos sobre los ecosistemas. Generalmente, la remoción de estos contaminantes requiere de tecnologías efectivas, por lo que en las últimas décadas se han desarrollado técnicas de limpieza que tratan esta problemática (Unesco, 2003, pág. 19).

En Bogotá se concentra la mayor parte de la actividad económica de Colombia. La base industrial de la región es diversa, y encontramos varios sectores de producción, esto genera un rápido crecimiento económico e industrial que ha traído consigo serios problemas de contaminación ambiental, como la polución del aire, agua y suelo (Lezcano & Baranza, 2011).

Desde el punto de vista ambiental, los sectores como las curtiembres, la minería, las metalúrgicas entre otras, siempre han sido catalogados como altamente contaminantes, porque su proceso productivo genera residuos químicos tóxicos, que son vertidos sin ninguna restricción a los alcantarillados, cuerpos de agua etc. causando graves impactos ambientales, sociales y económicos en el medio ambiente que los rodea (Unad, 2016).

Según el Estudio Nacional del Agua estimó que 205 toneladas de químicos terminan al año en los ríos de Colombia (IDEAM, 2014, pág. 259).

En la empresa Rectificadora de Motores Velázquez los motores de gasolina y diesel al ingresar al primer proceso son lavados con agua a presión y detergentes

que permiten retirar aceite, grasas y demás partículas que obstruyen el proceso de rectificado, después de esto, vuelve nuevamente a ser lavado para su entrega final al cliente; el agua contaminada resultado del proceso va a las cañerías del acueducto de Bogotá sin ningún tipo de tratamiento, debido a esto se registran consumos elevados del suministro, ésta problemática preocupa a la empresa ya que si no se efectúan cambios al modelo actual que manejan se verán obligados a afrontar sobrecostos en sus facturas por parte del acueducto de Bogotá (Acueducto,, 2012), además de generar un impacto negativo sobre el ambiente, aumentando las toneladas de químicos que a diario terminan en los ríos de Colombia.

2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Aplicar un sistema de filtración adecuado permitirá descontaminar, reutilizar y reducir los gastos del recurso hídrico de una manera efectiva en el proceso de lavado de motores en la Rectificadora de Motores Velázquez?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y analizar un sistema de filtración del agua utilizada en el proceso de lavado de motores de la empresa Rectificadora de Motores Velázquez para su reutilización.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar, analizar y diseñar los modelos propuestos para la renovación y reutilización del agua, para determinar la más adecuada.
- Experimentar y construir los modelos de filtración con distintos componentes que permitan decidir cuál será el método óptimo para que se pueda reutilizar el agua contaminada en el proceso de Lavado de Motores.
- Analizar el agua contaminada usada en el proceso mediante estudios de propiedades químicas de la misma, y el agua tratada después de pasar por el sistema de filtración
- Crear el Prototipo (experimental) completo del sistema de procedimientos necesarios para la renovación y reutilización del agua contaminada.
- Calcular la cantidad de agua que se reutilizará cuando pasa a través del sistema de filtración, indicando cuál será su costo beneficio.

4. JUSTIFICACIÓN

Debido al constante crecimiento de las ciudades, se producen miles de toneladas de desechos domésticos, industriales y toda clase de basura de los cuales un gran porcentaje tiene graves impactos en el medio ambiente. Como consecuencia del desarrollo industrial, se incrementó la contaminación de las aguas de manera que se cambia su composición dejando de ser natural; según la Organización Mundial de la Salud (OMS) “el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales” (World, 2015, pág. 391).

Los principales contaminantes del agua son desechos tóxicos, que en su mayoría son arrojados por empresas y fábricas que al finalizar sus ciclos productivos desechan toneladas de desperdicios tales como: mercurio, plomo, arsénico, plaguicidas, aceites, detergentes, entre otros, la mayor parte de estos desechos van a parar a los desagües y estos a su vez desembocan en los ríos, en los lagos y en el mar. Los desagües contienen excremento, detergentes, petróleo, aceites, pinturas y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y animales acuáticos, la contaminación con la red cloacal sin que tengan un previo tratamiento antes de la llegada al río, propician el desarrollo de algas las cuales generan proliferación de bacterias que son productoras de enfermedades y van consumiendo el oxígeno que hay en el agua, matando toda forma de vida que pueda existir (Academia, 2010).

Un estudio reciente presentado por la CEPAL y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Ocde, presentado ante el Gobierno Nacional reveló que los efectos del cambio climático, la contaminación en las fuentes hídricas y el aire que respiran los colombianos le están pasando una alta cuenta de cobro a la nación, ya que los efectos del cambio climático restan a Colombia 1,9 puntos del PIB al año, sumado a esto los problemas de salud

asociados a la contaminación del agua y el aire le cuestan 2 puntos del PIB. (NOHCEL, 2014) “Son 4 puntos del PIB al año los que pierde Colombia por ineficiencias ambientales, pero además a esto, está perdiendo parte de su patrimonio, y cuando tenemos más dinero a la mano, y perdemos patrimonio, el crecimiento económico es una ilusión” (Samaniego, 2015).

Por esto es de vital importancia el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan una producción limpia, y amigable con el medio ambiente, reduciendo los impactos ambientales que se generan hoy en día en Colombia.

5. MARCO DE REFERENCIA

Para empezar con el proyecto es necesario investigar a las empresas a nivel mundial que le han apostado a un desarrollo sostenible donde se logre generar utilidades sin afectar drásticamente el medio ambiente, es el caso de la empresa Odis¹ en México que ha logrado reciclar el 70% del agua que consume (Expoknews, 2011), y por medio de sus sistemas de reciclaje intensivos han expandido este proyecto en varias ciudades de México demostrando la capacidad de agua que se puede reutilizar; por otro lado esta la empresa, Pall Corporation (NYSE:PLL) donó un sistema para el filtrado del agua capaz de brindar agua potable a 60.000 personas por día en el marco de los esfuerzos de ayuda a causa del tsunami. El sistema de Pall reemplazará el sistema para el tratamiento del agua que fuera destruido en la provincia Aceh de Sumatra, Indonesia. El sistema de osmosis inversa, se basa en los principios de carbón activado y utiliza en sus filtros los módulos Disc Tube (TM) inventados por la compañía, convirtiendo el agua de muy mala calidad en agua potable en un solo paso. Dado que no requiere de ningún tratamiento previo, el agua potable puede ser utilizada inmediatamente. (NoticiasFinancieras, Proquest, 2005); Y como última referencia esta la multinacional Procter & Gamble (P&G) que está trabajando con un grupo sin fines de lucro para distribuir sistemas de purificación de agua. Para lograrlo, coordinará sus tareas con la red Population Services Internacional, que opera como un conglomerado de grupos comunitarios, para proveer una solución junto con sus purificadores de agua marca PUR, a los consumidores, a un precio aproximado de 0.13 dólares cada uno. La solución proporcionada se mezcla con 10 litros de agua en un contenedor que está compuesto por filtros catalizadores que permiten retirar las impurezas y los contaminantes del agua; después esta se filtra con un paño.

¹ Odis; Responsabilidad social empresarial

Debido a estos logros de la comunidad empresarial mundial es de gran interés, para la empresa Rectificadora de Motores Velázquez la apuesta aun método de sistema de filtración del agua que permita cumplir con sus necesidades.

6. MARCO TEÓRICO

Para lograr dar respuesta a la necesidad expuesta por la empresa rectificadora de motores Velázquez se investigarán distintos métodos para la filtración de esta agua contaminada (Tabla 1), primero se evaluarán los métodos de filtración disponibles y con base en esto se determinará el óptimo y se explicará de manera detallada sus composiciones logrando así que pueda cumplir con el primer objetivo específico del proyecto.

Tabla 1- Cuadro comparativo de los modelos de filtración investigados

TIPOS DE FILTRACIÓN	CARACTERÍSTICAS	CONCLUSIÓN
Sedimentación: Es la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión en un fluido y que tengan un peso específico mayor que el fluido, durante un tiempo determinado, es un fenómeno físico y está relacionado con las propiedades de caída de las partículas en el agua. (Daniela Castrillón Bedoya, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Es lento el proceso • Requiere de tanques de amplio espacio • Existen partículas que no se sedimentan y permanecen en el agua. 	Este proceso es usado en distintos sitios donde se realicen sistemas de filtración de agua, y no se optó por este proceso ya que su tiempo para la filtración supera una hora en promedio y requiere de espacios amplios
Osmosis Inversa: Proceso mediante el cual el agua es forzada por presión osmótica a pasar por una membrana semipermeable evitando que pasen ciertos	<ul style="list-style-type: none"> • El índice de rechazo del agua que no logra pasar a través de las membranas es demasiado alto • Los cartuchos que 	Debido al alto índice de rechazo del agua este proceso no es viable, porque el agua que pasaría a través de las membranas tiene altos contenidos

<p>contenidos contaminantes al agua. (Lenntech, 2012)</p>	<p>componen los filtros se contaminan rápido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son usados para purificar agua que ya previamente ha sido tratada o se encuentra sin contaminantes 	<p>contaminantes que no se limpiarían en el proceso.</p>
<p>Luz ultra violeta: Proceso físico por el cual atraviesa la luz ultra violeta al agua mediante la radiación o iluminación, eliminando la turbiedad del agua, sustancias peligrosas y demás partículas que modifiquen el estado natural del agua. (Cairns, 2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La implementación del proceso es de altos costos. • El tanque de almacenamiento del agua para la operación del proceso requiere espacios amplios 	<p>Debido al alto costo para la implementación del proceso se descarta su viabilidad.</p>
<p>Filtro Catalizador: Este sistema de filtración esta compuesto por distintos materiales residentes en los ecosistemas naturales; y tiene por objetivo separar partículas sólidas contaminantes en el agua basados en el uso de compuestos que permitan sedimentar y separar las residuos que afectan el agua (Vidal, 2015).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos costos en sus componentes, debido a que se encuentran en los ecosistemas naturales • Su diseño se puede acoplar a la capacidad del agua que se desee filtrar 	<p>Este método de filtración es uno de los que cumple con las necesidades que se necesitan para dar solución al proyecto</p>
<p>Cloración: Es un tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los químicos que se necesitan usar 	<p>Este proceso es viable</p>

mediante procesos químicos que consiste en la limpieza y desinfección del agua, con la mezcla equitativa de cloro granulado y sulfato de aluminio, es comúnmente usado para limpiar y desinfectar piscinas de uso público y particular (Wikiwater, 2014)	<p>tienen bajo costo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es necesario mezclar los químicos para lograr su uso eficiente 	y cumple con las necesidades expuestas para la filtración del agua ya que elimina microorganismos y virus que afectan de manera directa el agua que se desea tratar.
Filtro de carbón activado: Este método surgió a mediados de siglo XV cuando se descubrieron las propiedades del carbón mineral para eliminar el color de una solución, pero solo fue hasta mediados del siglo XIX que se usó el carbón para purificar azúcar y en 1909 se produce en Europa el primer carbón activado y se le da el nombre de Eponit; El reconocimiento de las diversas propiedades del carbón ha dado como resultado que se pueda usar en muchos procesos industriales, el carbón activado en el tratamiento del agua suele considerarse como un proceso final (Angulo, 1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Consta de bajos costos para su construcción • Es necesario que el carbón mineral que viene en pequeñas piedras se mezcle con carbón pulverizado mineral para que en su momento de filtración con el agua haga contacto completo con todo el material y cumpla de manera efectiva el proceso 	Se evaluará también este proceso de filtración ya que cumple con las necesidades del proyecto
Filtros con Zeolita: La zeolita es un producto disponible en la	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mantenimiento 	La zeolita es un material que debido a sus propiedades

naturaleza y sirve para la filtración del agua, se usa con éxito en las depuradoras industriales para eliminar amonio de aguas residuales o metales pesados. (Carbotecnia)	<p>constante y revisión periódica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Difícil adquisición 	realiza una filtración efectiva del agua y debido a esto puede ser tenido en cuenta para añadirse en el proceso de filtración cuando se requiera volver el agua potable.
--	--	--

Fuente: comparación realizada por el investigador

Según esta investigación realizada se tiene como resultados óptimos para el sistema de renovación y reutilización del agua tres tipos distintos de filtración del agua contaminada que son: Filtro Catalizador, Cloración y Filtro de carbón activado, con estos métodos se espera lograr dar una solución al problema que enfrenta hoy en día la empresa rectificadora de motores Velázquez en su proceso de lavado de motores.

A continuación se explicará la forma en que esta compuesto cada uno de los métodos de filtración en cuanto a construcción y materiales y como es su funcionamiento.

6.1 FILTRO CATALIZADOR

Filtros de catalización (filtro casero de purificación de agua) este filtro catalizador se compone por distintos materiales residentes en los ecosistemas naturales logrando reducir costos de fabricación y aumentar su rentabilidad, de modo que al verter el agua en el filtro será retenidas las partículas contaminantes que habiten en el líquido de manera que por acción de la gravedad el agua seguirá bajando a través de todas las membranas realizadas por cada material obteniendo un agua limpia y reutilizable (Vidal, 2015); de la siguiente manera; de arriba hacia abajo primero es necesario colocar un material que pueda retener partículas sólidas grandes, luego deberá pasar por un material el cual permita detener partículas

medianas y por ultimo debe eliminar en sus últimas capas residuos pequeños y microorganismos, sin embargo se debe experimentar, intercambiando de posición los materiales y variando cantidades; porque el agua que resulta del proceso de lavado de motores, en la rectificadora de motores Velásquez tiene demasiados contaminantes.

Para retener las partículas grandes lo ideal será que en la primera capa se experimente con los siguientes materiales que son la gravilla y la grava

6.1.1 GRAVILLA

Para el proyecto se usara gravilla mona (Imagen 1), regularmente se usa para la construcción de escaleras en concreto y relleno de paredes que en su mayoría están compuestas por concreto permitiendo rellenar espacios dentro de la misma logrando así dar firmeza a la construcción.

Este material es natural y se encuentra con frecuencia en los ríos y mares del ecosistema; según una supervisora consultada, que es trabajadora actual en el acueducto y aguas de Samacá (Boyacá). La gravilla, existe en los ecosistemas hídricos con la función de devolver la transparencia al agua disminuyendo su turbidez y cuenta con la facultad de retener partículas disueltas en el agua, por esto el agua antes de ingresar a la planta de tratamiento de acueducto y aguas de Samacá, pasa por filtros de gravilla permitiendo devolver su transparencia de forma natural antes de ingresar a la planta de tratamiento (Solutions, 2008).

Imagen 1- Gravilla mona



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Con base en esto, en el proyecto se experimentara con este material en los filtros para lograr disminuir la turbidez del agua y devolver su transparencia.

6.1.2 GRAVA

Debido al punto anterior es necesario experimentar con todo tipo de materiales que sean similares para lograr obtener el material más eficaz; para esto se usara grava (Imagen 2), debido a sus similitudes en su composición, la diferencia más notoria es su dimensión con respecto a la gravilla, por esto se experimentara y concluirá entre las dos cual logra ser más efectiva (Solutions, 2008, pág. 11).

Imagen 2- Grava



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Para filtrar partículas medianas se experimentará con los siguientes tres materiales: Arena para construcción; Arena para Sandblasting y Tierra.

6.1.3 ARENA PARA CONSTRUCCIÓN

Se experimentará con arena (Imagen 3) que se usa como material para construcción de edificaciones, con el fin de que el agua contaminada al filtrarse por este material se detengan partículas disueltas medianas, de igual manera que funciona la gravilla permitiendo disminuir contaminantes presentes en el agua a tratar (Wikiwater, 2014), debido a que la arena se ha usado en distintos tipos de filtración casera (wikihow, 2012).

Imagen 3- Arena



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.1.4 ARENA PARA SANDBLASTING

Esta arena para sandblasting (Imagen 4) es usada para la decoración y marcación de vidrios debido a que su densidad es menor con respecto a la arena que se usa en las construcciones; se cambiaran de materiales con el fin de obtener el óptimo y que sea capaz de cumplir con las necesidades del sistema de filtración.

Imagen 4- Arena para Sandblasting



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Es necesario que cualquiera de los tipos de arena ayude a retener partículas que contaminan el agua residual (Wikiwater, 2014), del proceso de lavado de motores.

6.1.5 TIERRA

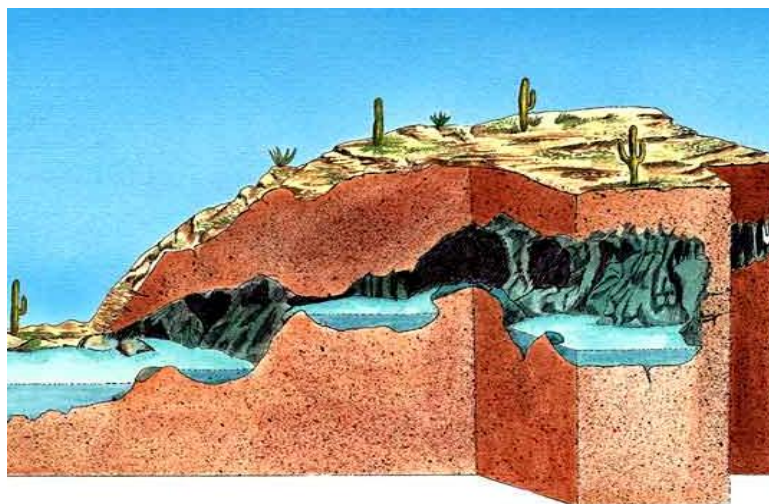
Otro material con el que se experimentara será con tierra negra sin abono (Imagen 5) ya que se han encontrado sumideros de agua debajo de la tierra (Imagen 6) los cuales se almacenan aguas lluvias y esta agua se encuentra potable, es necesario para lograr una experimentación efectiva se compruebe que tan factible es este material en el sistema de filtración (Foundation, 2007)

Imagen 5- Tierra negra sin abono



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Imagen 6- Representación de los sumideros de agua potable encontrados en el fondo de la tierra



Fuente: Imagen tomada de la página web; biblioteca digital del Ilce; educación ambiental.

Y para detener partículas pequeñas se usarán los siguientes cuatro materiales que son: Algodón, Carbón Mineral, Carbón Vegetal y Carbón Pulverizado.

6.1.6 ALGODÓN

El algodón (Imagen 7) está compuesto por delgadas fibras (Red, 2015) y se usará, para que permita que el agua al pasar por sus membranas se filtre y se detengan partículas sólidas diminutas; logrando un sistema de goteo del agua llegando a su composición más liviana.

Imagen 7- Algodón



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.1.7 CARBÓN MINERAL

Se origina por la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, y esporas, que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de

una cuenca. Roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. (EcuRed, 2002) Por esto se encuentra en las minas que están ubicadas en su mayoría en los páramos, se usa el carbón mineral (Imagen 8) para la experimentación debido sus cualidades y su composición porosa permite que pueda absorber residuos procedentes del proceso de lavado de motores, y además ayude a aportar nutrientes en el agua obteniendo una descontaminación del agua efectiva (Practica, 2005).

Imagen 8- Carbón mineral



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.1.8 CARBÓN VEGETAL

Es un combustible que se elabora a partir del carbonizado de madera. La madera se calienta en un horno a temperaturas mayores a los 500 °C y en ausencia de aire. De esta forma se logra eliminar la mayor parte del agua y elevar el poder calorífico de la madera. El carbón vegetal (Imagen 9) es un combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido de carbono (alrededor de los 80%) (Molina, 2014); se experimenta con este material con el fin de que por su porosidad permita retener partículas contaminantes diminutas residentes en el agua (Practica, 2005),

residual del proceso de lavado de motores de la rectificadora de motores Velázquez.

Imagen 9- Carbón vegetal



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.1.9 CARBÓN MINERAL PULVERIZADO

Este carbón se obtiene del resultado de triturar carbón mineral (Imagen 10) y se experimenta con este material, para que la detención de partículas sea mayor e igualmente logre aportar los beneficios sin perder las propiedades del carbón (Practica, 2005).

Imagen 10- Carbón mineral pulverizado



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Finalizado los componentes del Filtro Catalizador se continuará con el siguiente método de filtración del agua, el cual también se evaluará para determinar el método óptimo para lograr una filtración adecuada del agua contaminada, este método es la Cloración.

6.2 QUÍMICOS PARA LIMPIEZA DEL AGUA (CLORACIÓN)

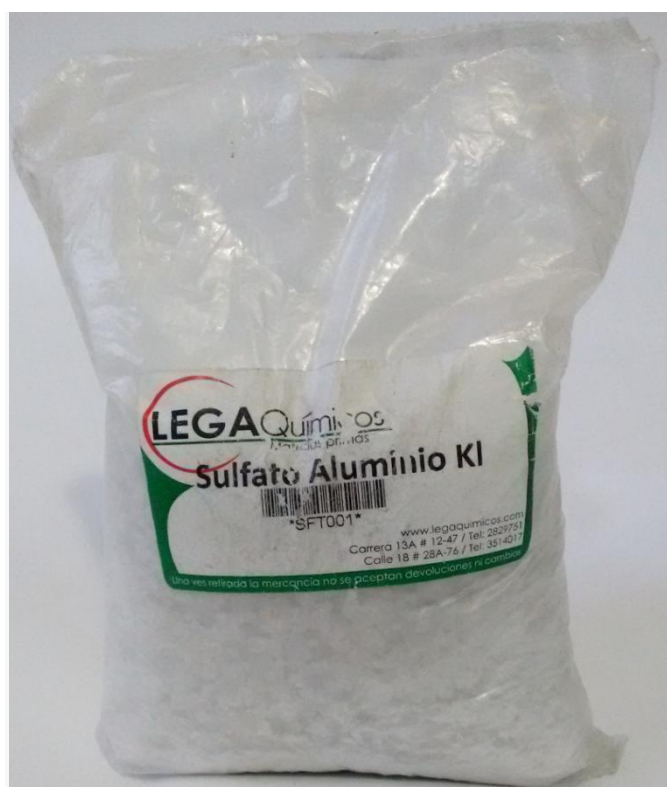
Este proceso de limpieza y desinfección se hará a través de la cloración. La desinfección del agua tiene como objetivo la eliminación de microbios y bacterias, al realizar la adición de cloro y sulfato de aluminio al agua hace que las sustancias fácilmente oxidables y presentes en aceites y residuos de la combustión del ciclo diesel que se mezclan con el agua contaminada, reaccionen con estos químicos permitiendo la desactivación de organismos patógenos y al realizar esta mezcla el cloro y el sulfato de aluminio continuará reaccionando con el amoníaco para formar clora minas. Estos dos componentes químicos se deben mezclar en cantidades iguales para que se logre separar las impurezas del agua contaminada, y el agua debe tener por regla un pH entre 7 y 7,5 (Cemento, 2014).

En primer lugar se explicará la composición de estos dos químicos esenciales para el proceso de cloración; que son el Sulfato de Aluminio y el Cloro Pulverizado

6.2.1 SULFATO DE ALUMINIO

El sulfato de aluminio (imagen 11) es una sal sólida y de color blanco de fórmula $Al_2(SO_4)_3$ que por sus propiedades físico-químicas es utilizada principalmente como agente coagulante y floculante primario en el tratamiento de aguas de consumo humano y aguas residuales (Wikiwater, 2014). Se caracteriza por agrupar los sólidos suspendidos en el agua y acelerar la sedimentación, contribuyendo a la disminución de la carga bacteriana, así como la remoción del color y sabor (EcuRed, 2002).

Imagen 11- Sulfato de aluminio



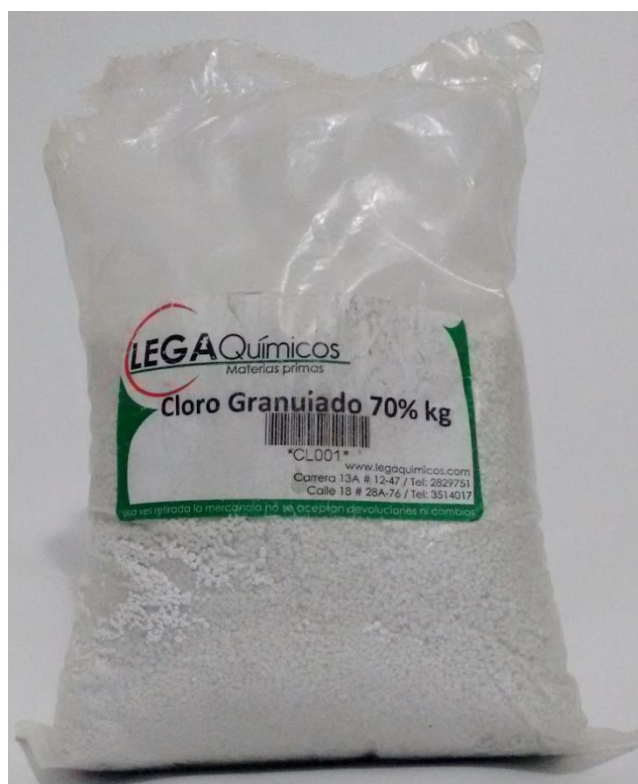
Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.2.2 CLORO PULVERIZADO

El cloro pulverizado (Imagen 12) es un elemento químico de número atómico 17 situado en el grupo de los halógenos (grupo VII A) de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Cl. En condiciones normales y en estado puro forma dicloro: un gas tóxico amarillo-verdoso formado por moléculas diatómicas (Cl_2) unas 2,5 veces más pesado que el aire, de olor desagradable y venenoso. Es un elemento abundante en la naturaleza y se trata de un elemento químico esencial para muchas formas de vida (EcuRed, 2002, págs. 31-32).

Es un químico importante para la purificación del agua (como en plantas de tratamiento de agua), en desinfectantes y suele ser usado para eliminar bacterias y otros microbios en los suministros de agua potable y piscinas públicas (Wikiwater, 2014).

Imagen 12- Cloro Granulado



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Luego de haber entendido la composición de estos químicos es necesario saber que por regla general para aplicarlos en el agua, esta debe tener un pH entre 7 y 7,5, para que su proceso se logre de manera efectiva, de no ser así y si son mezclados con el agua que no se encuentra en el rango establecido en la escala de pH estos químicos generaran combustión, y no cumplirán de manera efectiva su proceso, por esto es necesario regular el agua residual del proceso de lavado de motores de la empresa rectificadora de motores Velázquez, que se va a tratar ya que viene con un pH de 14 en la escala siendo totalmente básica; y para disminuirlo es necesario aplicar un ácido, por esto es obligatorio usar el siguiente componente que es el Ácido Muriático.

6.2.3 ÁCIDO MURIÁTICO

El ácido muriático (Imagen 13) es un ácido clorhídrico diluído al 28%, y es un compuesto binario formado por un átomo de hidrogeno y uno de cloro y su disolución se prepara con ácido clorhídrico al 12,5% de concentración y agua al 87,5% (EcuRed, 2002); Entre las aplicaciones del ácido muriático, encontramos que puede utilizarse en conjunto con otros productos para solucionar diversos problemas tales como agua turbia, disminución del pH, agua verde, malos olores, es el limpiador por excelencia para superficies de cerámica y ladrillo (Toledo, 2013).

Imagen 13- Acido muriático



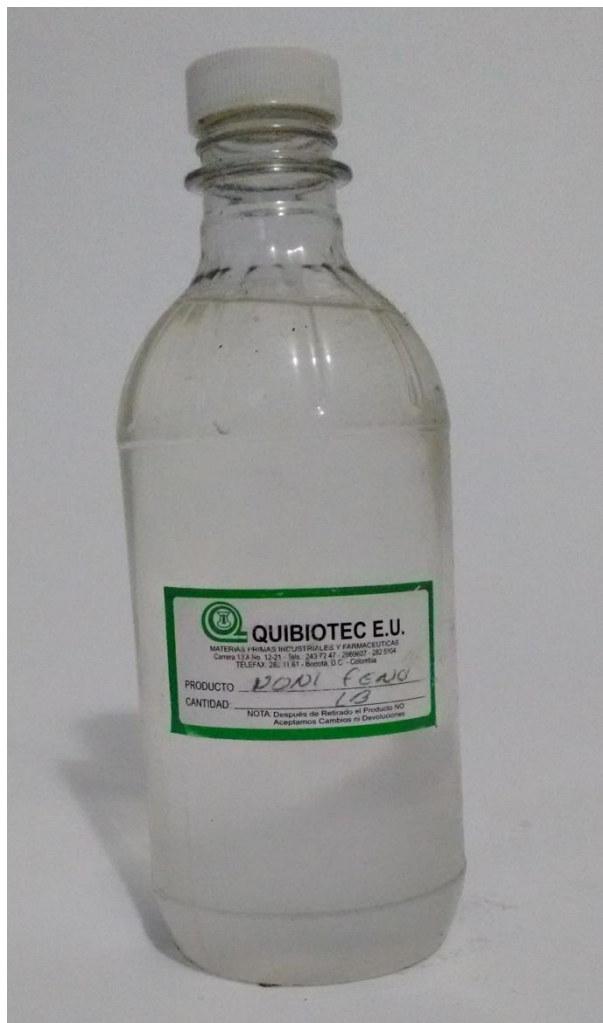
Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Debido a que es necesario experimentar con distintos materiales en cada proceso de filtración, también se usará Nonilfenol que es un químico que se usa para separar aceites y grasas del agua contaminada y se explicara su composición a continuación.

6.2.4 NONILFENOL

El nonilfenol (Imagen 14), también conocido como monohidroxibenceno, ácido carbólico o alcohol fenílico, es una sustancia sólida cristalina de coloración blanca. Tiene potentes cualidades como emulsionante y desengrasante. En forma industrial, la eterificación es su reacción más importante, es decir la cualidad de disolución de aceites en el agua. (Mora, 2010, págs. 27, 28)

Imagen 14- Nonilfenol



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Para finalizar la explicación de los métodos de filtración escogidos con los cuales se experimentara se encuentra a continuación la filtración por carbono activado.

6.3 FILTRACIÓN EN CARBONO ACTIVADO

El proceso de filtración por carbón activado se basa en las distintas propiedades que tienen los compuestos del suelo como agente filtradores, la Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en un

comunicado dijo, que la información sobre el suelo ha sido con frecuencia escasa y su ausencia ha dificultado la predicción del potencial, y problemas para la producción de alimentos y fibras, así como la capacidad del suelo de fijar el carbón y actuar como sumidero. “las propiedades químicas y físicas del suelo también ayudan a determinar la información específica sobre el comportamiento de un suelo como filtro de aguas residuales que se encuentran en sumideros”. (Alexander Muller).

Para que el agua procesada previamente, reduzca sus contaminantes, el filtro con carbón pulverizado permitirá mineralizar el agua y reducir la existencia de cualquier organismo que pueda llegar a corroer los materiales donde se destinará el uso del agua; Los filtros de carbono son membranas circulares que permiten la purificación del agua a través de fibras que son fabricadas a partir del carbón pulverizado (Likuid, 2008), que actúa como catalizador de agua deteniendo contaminantes tales como el cloro, disolventes orgánicos, evitando olores desagradables, partículas granuladas y sabores en el agua.

En base a esto, este filtro estará compuesto por los siguientes cuatro materiales.

6.3.1 ALGODÓN

El algodón (Imagen 15) está compuesto por delgadas fibras (Red, 2015) y se usará, para que permita que el agua al pasar por sus membranas se filtre y se detengan partículas sólidas diminutas; logrando un sistema de goteo del agua llegando a su composición más liviana.

Imagen 15- Algodón



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.3.2 CARBÓN VEGETAL

Es un combustible que se elabora a partir del carbonizado de madera. La madera se calienta en un horno a temperaturas mayores a los 500 °C y en ausencia de aire. De esta forma se logra eliminar la mayor parte del agua y elevar el poder calorífico de la madera. El carbón vegetal (imagen 16) es un combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido de carbono (alrededor de los 80%) (Molina, 2014); se experimenta con este material con el fin de que por su porosidad permita retener partículas contaminantes residentes en el agua (Practica, 2005), residual del proceso de lavado de motores de la rectificadora de motores Velázquez.

Imagen 16- Carbón vegetal



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.3.3 CARBÓN MINERAL

Se origina por la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, y esporas, que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una cuenca. Roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. (EcuRed, 2002) Por esto se encuentra en las minas que están ubicadas en su mayoría en los páramos, se usa el carbón mineral (Imagen 17) para la experimentación debido sus cualidades y su composición porosa permite que pueda absorber residuos procedentes del proceso de lavado de motores, y además ayude a aportar nutrientes en el agua obteniendo una descontaminación del agua efectiva (Practica, 2005).

Imagen 17- Carbón mineral



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

6.3.4 CARBÓN PULVERIZADO

Este carbón se obtiene del resultado de triturar carbón mineral (Imagen 18) y se experimenta con este material, para que la detención de partículas sea mayor e igualmente logre aportar los beneficios sin perder las propiedades del carbón (Practica, 2005).

Imagen 18- Carbón mineral pulverizado



Fuente: Imagen tomada por el investigador al material

Después de haber entendido los métodos de filtración que se escogieron y con los cuales se experimentará en el proyecto, es necesario comprender los siguientes términos ya que en el estudio en el laboratorio químico al cual se enviarán las muestras resultantes que se tomen de los distintos métodos de filtración nos darán los siguientes resultados, y según esto se analizará, evaluará y concluirá el modelo óptimo de filtración, otorgando las bases para la construcción del prototipo final.

6.4 DOppm

DOppm, sus dos primeras siglas quieren dar entender que se están midiendo la partículas de oxígeno y sus unidades de medida son en Partículas por Millón, dicho de otra manera son las partículas que se encuentran de un soluto en una cantidad determinada de solución, ya que varía los resultados según lo que se esté midiendo, es decir, se encuentran trabajos en los que se mide la cantidad de soluto de un material x en una solución, según esto los resultados con los que se cuentan para este trabajo se basa en cuántas partículas de oxígeno se encuentran en la cantidad de solución, cabe aclarar que los desperdicios orgánicos que se

encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, esto quiere decir que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica mayor es el número de microorganismos y por tanto mayor el consumo de oxígeno. En muchas ocasiones esta falta de oxígeno es la causa de la muerte de peces y otros animales acuáticos más que la existencia de compuestos tóxicos (APHA & AWWA, 1992). Por tanto el análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la determinación de la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales y se basa en la siguiente escala (tabla 2):

Tabla 2- Escala del oxígeno disuelto medida en partículas por millón

CALIDAD DEL AGUA	PURA	POCO CONTAMINADA	CONTAMINADA	MUY CONTAMINADA	EXCESIVAMENTE CONTAMINADA
OXIGENO DISUELTO (mg / L)	>7	>5	>3	>1	<1

Fuente: Tabla tomada del laboratorio de análisis físico-químico de aguas y productos industriales

6.5 PH

En el segundo resultado que observamos es la medida del pH este es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, el pH indica la concentración iones de hidrogeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones. (Raymond Chang, 2013); Y se basa en la siguiente escala (Tabla 3):

Tabla 3- Escala de medida del pH



Fuente: Tomada de la página web de Limpiology; ¿Que es el pH?

Los ácidos y las bases tienen una característica que permite medirlos, y es la concentración de los iones de hidrógeno (H^+). Los ácidos fuertes tienen altas concentraciones de iones de hidrógeno y los ácidos débiles tienen concentraciones bajas. El pH, entonces, es un valor numérico que expresa la concentración de iones de hidrógeno.

Hay centenares de ácidos. Ácidos fuertes, como el ácido sulfúrico, que puede disolver los clavos de acero, y ácidos débiles, como el ácido bórico, que es bastante seguro de utilizar como lavado de ojos. Hay también muchas soluciones alcalinas, llamadas “bases”, que pueden ser soluciones alcalinas suaves, como la Leche de Magnesia, que calman los trastornos del estómago, y las soluciones alcalinas fuertes, como la soda cáustica o hidróxido de sodio, que puede disolver el cabello humano.

Los valores numéricos verdaderos para estas concentraciones de iones de hidrógeno marcan fracciones muy pequeñas, por ejemplo $1/10.000.000$ (proporción de uno en diez millones). Debido a que números como este son incómodos para trabajar, se ideó o estableció una escala única. Los valores leídos en esta escala se llaman las medidas del “pH” (Limpiology, 2013)

Como resultado ideal es necesario que el pH del agua se encuentre en neutro ya que esta agua se clasificaría como pura según la siguiente tabla:

Tabla 4- Comparación del pH en algunos líquidos

Los pH de algunos fluidos comunes	
Muestra	Valor del pH
Jugo gástrico en el estómago	1.0-2.0
Jugo de limón	2.4
Vinagre	3.0
Jugo de uva	3.2
Jugo de naranja	3.5
Orina	4.8-7.5
Agua expuesta al aire*	5.5
Saliva	6.4-6.9
Leche	6.5
Agua pura	7.0
Sangre	7.35-7.45
Lágrimas	7.4
Leche de magnesia	10.6
Amoniaco doméstico	11.5

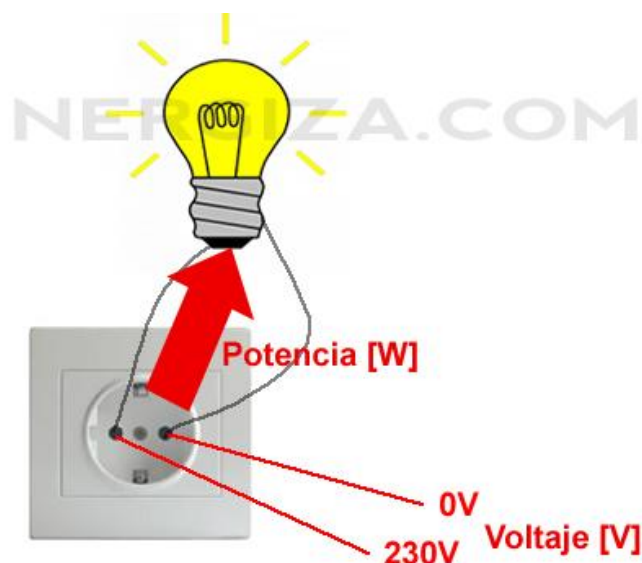
Fuente: Tomada de libro; química 11 edición; pág. 273

6.6 PHmV

Se denomina como peachimento en vatios y mide el voltaje producido entre los electrodos en el sensor de pH. Este voltaje es proporcional al pH de la solución de agua; Así que entre más cercano a cero tiene menor conductividad; Imaginemos un enchufe de pared de los de 2 “agujeros” (Imagen 19), podríamos decir teóricamente que en uno de ellos tenemos 230V y en otro 0V, mientras no conecte nada a él tendré una diferencia de potencial de 230V esperando a que enchufe mi

bombilla. Una vez la enchufe fluirá corriente (amperios) hacia ella y por lo tanto potencia (vatios)².

Imagen 19- Ejemplo de potencia y voltaje



Fuente: Imagen, tomada de página web nergiza; España

6.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Esta unidad de medida nos informa sobre la capacidad que tiene un líquido al conducir corriente eléctrica; El agua pura prácticamente no conduce la electricidad (Menorca, 2011); por lo tanto la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua, pero deben darse tres condiciones fundamentales para que sea representativa:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realicen a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante.

² Ejemplo tomado, de la página web: Nergiza; España; Vatios y voltios  Qu  es y en que se diferencian?

La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), con una magnitud de 10 elevado a -6, es decir microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$), o en 10 elevado a -3, es decir, miliSiemens (mS/cm); y se determina en la siguiente escala (Tabla 5):

Tabla 5- Escala de conductividad del agua

Conductividad del agua

Agua pura: $0.055 \mu\text{S/cm}$

Agua destilada: $0.5 \mu\text{S/cm}$

Agua de montaña: $1.0 \mu\text{S/cm}$

Agua para uso doméstico: $500 \text{ a } 800 \mu\text{S/cm}$

Máx. para agua potable: $10055 \mu\text{S/cm}$

Agua de mar: 52 mS/cm

Fuente: Tomada de la página Web de Infoagro; conductividad eléctrica.

En el caso de medidas en soluciones acuosas, el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad (InfoAgro, 2008).

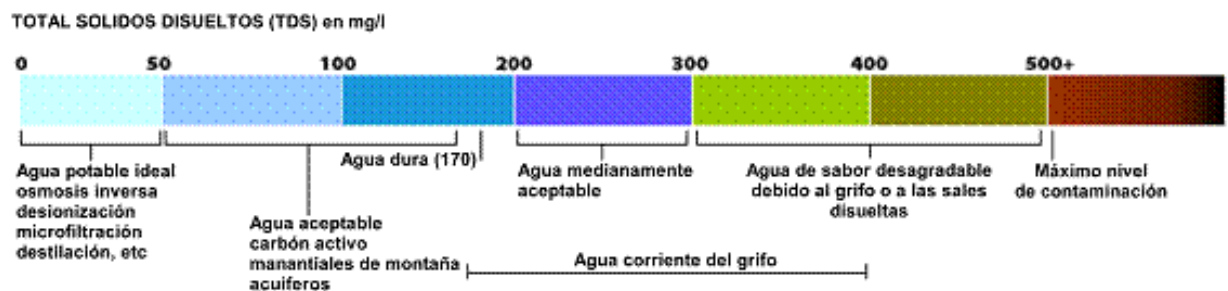
6.8 TDS PPT

Sus siglas significan sólidos totales disueltos (TDS) y (PPT) partículas por trillón; Sólidos disueltos totales TDS por sus siglas en inglés (Total Dissolved Solids) son la cantidad total de iones móviles cargados (positivos y negativos), incluyendo minerales, sales o metales disueltos en un volumen determinado de agua, expresada en unidades de mg por unidad de volumen de agua (mg / L), también conocidos como partes por millón (ppm). TDS está directamente relacionada con la pureza del agua y la calidad de los sistemas de purificación de agua y afecta a todo lo que consume, vive o utiliza el agua, ya sea orgánico o inorgánico, ya sea para bien o para mal.

Estos sólidos disueltos provienen de la acción disolvente del agua al estar en contacto con los minerales del acuífero o del suelo. Los sólidos disueltos aparecen solo cuando el agua es evaporada. El residuo que queda al evaporar el agua consiste de sales como: carbonatos, cloruros o sulfatos de: calcio, sodio, potasio, magnesio, etc.

El Reglamento secundario EPA aconsejan un nivel de contaminación máximo (MCL) de 500mg/liter (500 partes por millón (ppm)) (Imagen 20) para los TDS. Numerosas reservas de agua superan este nivel. Cuando los niveles de TDS excedan 1.000 mg / L en general se considera no apta para el consumo humano. Muy a menudo, los altos niveles de TDS son causados por la presencia de potasio, cloruros y de sodio (Aqualite, 2013).

Imagen 20- Escala de sólidos totales disueltos medida en partículas por trillón



Fuente: Tomada de la página web: ODR Agua Italia; TDS ¿Qué es y porque medirlo?; Escala en TDS para el agua potable

Hay que mencionar, además que los resultados obtenidos de las muestras de agua se encuentran en PPT (partículas por trillón); y la escala nos muestra que deben estar en PPM (partículas por millón) debido a esto es necesario realizar la conversión para establecer de forma clara en que rango se encuentra el resultado, en la escala mostrada anteriormente, para esto la empresa Premier wáter testing instruments, nos aclara que para pasar de PPM a PPT se debe dividir entre 1.000

(1.000 ppm= 1 ppt)³; según esto para convertirlo en sentido inverso de PPT a PPM se debe multiplicar por 1.000, y con este resultado lo podremos ubicar en la escala de Total Sólidos Disueltos

6.9 SAL

El siguiente resultado para analizar en las muestra de agua es la sal, la salinidad es una propiedad importante de aguas usadas industriales y de cuerpos de agua naturales. Originalmente este parámetro se concibió como una medida de la cantidad total de sales disueltas en un volumen determinado de agua.

La alta salinidad está ligada a altas concentraciones de cloruros, sulfatos así como excesiva dureza por la presencia de calcio y magnesio en altas concentraciones. También a mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes (flúor, arsénico, metales pesados). Aun y cuando no se tengan problemas de contaminantes en el agua, valores muy altos de salinidad causan problemas a nivel de uso industrial o para el consumidor doméstico de agua potable, ya que los alimentos preparados con agua de alta salinidad son difíciles de cocer, especialmente las leguminosas (frijoles, habas, lentejas, chicharos, etc.). También en personas no acostumbradas a beber agua de alta salinidad, su consumo les puede causar trastornos estomacales que a veces se confunden con infecciones, malestares que desaparecen una vez que el organismo balancea la ingesta y excreción de sales.

La siguiente escala (Tabla 6) muestra la concentración de sales, los valores se miden en salinidad, y se lee "partes por mil". Un contenido salino del 3,5% es equivalente a grado 35 de salinidad, o 35 gramos de sal por kilogramo de agua de mar.

³ Formula tomada de la página web, de la compañía; Premier wáter testing instruments; TDS Meters, Conductivity and conversion Factors

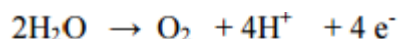
Tabla 6- Escala de salinidad del agua

SALINIDAD (‰)	Tipo de agua
0 - 0.5	agua dulce
0.5 - 3.0	agua salobre oligohalina
3.0 - 10	agua salobre mesohalina
10 - 17	agua salobre polihalina
17 - 30	agua de mar oligohalina
30 - 34	agua de mar mesohalina
34 - 38	agua de mar polihalina
38 - 150	salmuera
> 150	hipersalina

Fuente: Tomada del artículo; *Parámetros físicos químicos: Salinidad; Segunda parte; Universidad de puerto rico*

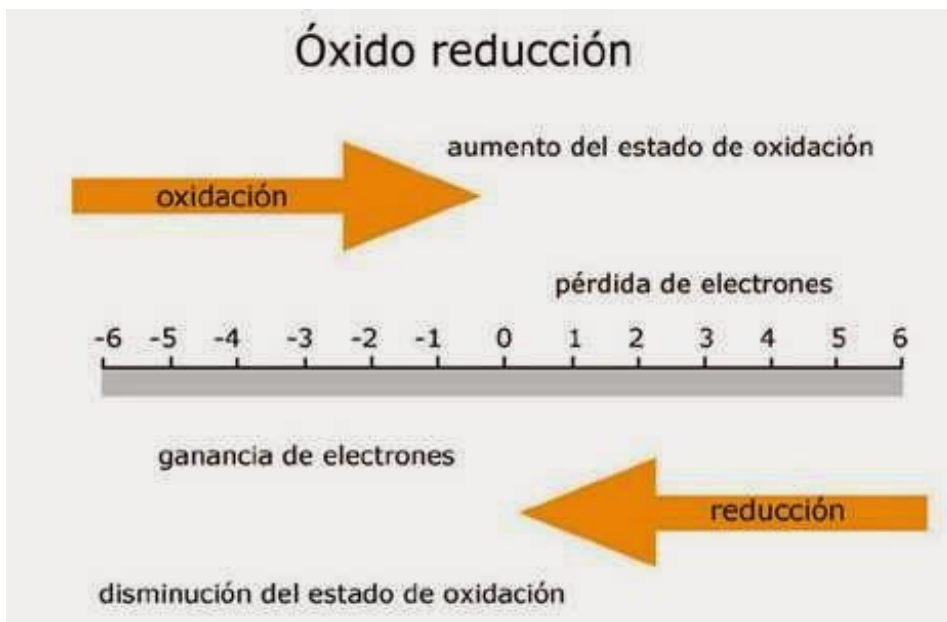
6.10 ORP

La siguiente casilla para analizar es ORP Potencial de Oxido Reducción (Redox), el potencial Redox es una forma de medir la energía química de oxidación-reducción (Imagen 21) mediante un electrodo, convirtiéndolo en energía eléctrica, el potencial Redox es positivo cuando se produce una oxidación y negativo cuando se produce una reducción. Normalmente las reacciones Redox vienen acompañadas de cambios de pH en el medio; Por ejemplo, esto ocurre en los procesos de oxidación y reducción del agua:



Como puede observarse, la oxidación del agua acidifica el medio (se producen iones H^+) mientras que su reducción lo basicifica (se generan iones de OH^-); El electrodo de Redox es idéntico a uno de pH (ramirez, 2014, págs. 1,2,3).

Imagen 21- Ejemplo de potencial de oxido reducción



Fuente: Tomada del blog, estudiandolaquimica; publicado por Judith saucedo.

Como conclusión es necesario mayor oxidación del agua ya que permitirá contar con un mayor número de iones de hidrogeno estabilizando el pH en neutro.

6.11 DO%

ODO%, que quiere decir el oxígeno disuelto y se expresada como un porcentaje de la saturación de aire, este oxígeno disuelto expresado como un porcentaje de saturación es la cantidad de oxígeno disuelto en agua en comparación con la cantidad máxima, que podría estar presente en el agua en condiciones saturadas con el aire. Ya que plantas y algas producen oxígeno acuático, es común ver valores de ODO% más de 100%, y disueltos los niveles de saturación de oxígeno en un rango del 80 al 120% se consideran excelentes para la vida acuática (miamiconservacy, 2004).

A continuacion se observa la escala (Tabla 7) en la cual encontramos los valores de resultados en porcentajes de saturacion y nos muestra la calidad del agua en funcion del % saturacion de oxigeno.

Tabla 7- Escala de oxígeno disuelto expresada en porcentaje de saturación del aire

Calidad	% Saturación de Oxígeno (a la temperatura y salinidad prevalecientes en el ambiente)
Buena	> 90
Regular	89 - 75
Dudosa	74 - 50
Contaminada	< 50

Fuente: Datos tomados Lynch y poole; (1979)

6.12 COLOR

La medida del color en ppm del agua determina la dureza de la misma y su grado de dureza, como se muestra en la siguiente escala (Tabla 8):

Tabla 8- Escala del color del agua respecto a su dureza

Tabla de dureza del agua		
Grado de dureza ppm conductividad	Dureza (parte por	Conductividad (mho /cm)
suave	0 - 135	0 - 225
Media	136 - 272	226 - 450
Dura	273*	451*
* Agua con más de 273 ppm no es apta para offset		

Fuente: Tomada de la página web; de la empresa Litotron; autor Miguel Ángel Lugo; año 2012

Para entender un poco color dependiendo de la dureza del agua, a continuación se muestra una imagen (Imagen 22) que permite comprender en su totalidad el concepto.

Imagen 22- Ejemplo de la escala del color del agua respecto a su dureza



Fuente: Tomada del blog: *química interactiva; Aguas Duras y Aguas blandas*

6.13 TURBIDEZ

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones, existen numerosos tipos de turbidímetros (Menorca, 2011).

La turbidez que tenemos como resultado en su unidad de medida esta expresada en FAU (Formazin Attenuation Units), según HANNA Instruments la medición en FAU (Formazin Attenuation Units) o UNT (Nephelometric Turbidity Unit) es exactamente igual en su escala, lo que varía es que en los equipos con medición UNT son más exactos y de mayor costo que los equipos con escala de medición FAU (Formazin Attenuation Units).

Aclarado esto, es aceptable según la OMS (organización mundial de la salud) la turbidez del agua para el consumo humano no debe superar en ningún caso las 5NTU y estaría idealmente por debajo de 1NTU, según lo muestra la siguiente escala (Tabla 9):

Tabla 9- Escala de límites permisibles sobre la turbiedad del agua

Característica	Límite Permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable. Se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Fuente: Imagen tomada de Metas y Metrologos asociados; en la guía metas; medición de la turbidez en la calidad del agua; enero 2010

7. MARCO NORMATIVO

Las leyes nombradas a continuación son algunas de las que se pueden infringir si no se hace un manejo responsable de los residuos peligrosos derivados de sus procesos de producción, por tal motivo la empresa rectificadora de motores Velázquez, tiene gran interés en el tratamiento de sus residuos derivados del proceso de lavado de motores.

- ✓ Ley 1333 de 2009: Esta ley establece las directrices sancionatorias y controles para los individuos que infrinjan el procedimiento y realicen una infracción ambiental o violación al código de recursos naturales.
- ✓ Ley 1252 de 2008: Esta ley vela por la protección de salud humana y el ambiente, todo lo relacionado con los residuos peligrosos en el territorio nacional, si se incumple se puede estar expuesto a medidas sancionatorias.
- ✓ Ley 430 de 1998: En esta ley se regula la introducción de desechos peligrosos en el territorio nacional se regulara por medios de las sanciones dictadas en la ley 99 de 1993

Por otro lado hay decretos, declaraciones y leyes, las cuales ayudan a lograr una buena gestión de los recursos hídricos y un adecuado manejo a los residuos peligrosos generados en los procesos productivos, de esta manera se logrará un adecuado avance para la empresa rectificadora de motores Velázquez.

- ✓ Decreto 4741 de 2005: este decreto tiene por objetivo la gestión para prevenir los residuos y desechos peligrosos generados por las empresas e individuos
- ✓ Ley 373 de 1997: “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.”
- ✓ Decreto 901 de 1997: Este decreto dicta los parámetros los cuales permiten la elaboración de programas para el uso eficiente y ahorro del agua.

8. METODOLOGÍA

La investigación de este proyecto se basa en la metodología de ensayo y error, también conocida como prueba y error, es un método heurístico para la obtención de conocimiento, consiste en probar una alternativa y verificar si funciona; si es así, se tiene una solución, en caso contrario, resultado erróneo, se intenta una alternativa diferente (Thorndike, 1922), de esta manera de experimentará con todos los materiales y tipos de filtración propuesto en el marco teórico (Numeral 6.1; 6.2 y 6.3) el desarrollo del proyecto se ejecutará en **Cinco Fases**; En la **Primera Fase** se analizará y construirá el primer método de filtración que es por catalización de manera artesanal y se verificará su efectividad, se iniciará con distintas cantidades de los materiales nombrados en el marco teórico, (desde el numeral 6.1.1 hasta el numeral 6.1.9) para comprobar cual es el filtro optimo y para indicar cual es el filtro de catalización ideal se evaluara el resultado con respecto a la medida del pH para esto se verificará con cintas medidores de pH determinando si el agua que pasa a través del filtro disminuye su pH y de esta manera lograr su reutilización o no en el proceso. (La medida en la escala de pH para que el agua sea óptima oscila entre 6,8 y 7,5).

También se analizarán los componentes del filtro catalizador de manera unitaria, compuesto por compuesto, de esta manera se logrará obtener muestras que se enviarán a estudio de propiedades químicas, en un laboratorio químico, esto es con el fin de explicar porque funciona y como el agua se descontamina al pasar por este proceso de filtración; también estas muestras se enviarán al laboratorio químico variando sus cantidades (es decir, si el componente que se esta analizando es la gravilla se enviará una muestra con una cantidad mínima y una cantidad alta del compuesto, las cantidades serán determinadas por el envase donde se realice la experimentación y estará sujeto al punto de vista del investigador); Esto permitirá decidir cuál es la cantidad que mejor funciona en el proceso y de manera óptima, para así mismo determinar por que se usa esta

cantidad y como se hará el diseño y construcción del prototipo final del sistema de filtración.

Segunda Fase, en esta fase se analizará el segundo método de filtración del agua y es con componentes químicos, se hará en envases plásticos ajustados a las necesidades de la experimentación, Se usará el proceso de cloración explicado en el marco teórico y se usará cloro pulverizado y Sulfato de aluminio (los químicos mencionados aquí se utilizarán ya que son los más comunes para el proceso de cloración (Cemento, 2014)), en su experimentación primero se medirá el pH con el que viene el agua contaminada del proceso de lavado de motores de la rectificadora de motores Velázquez, si su pH es mayor a 7,5 se usará ácido muriático (Toledo, 2013) y irá calculando la cantidad con las cintas a medida de que se va aplicando el ácido muriático, esto ayudará a ir planteando hipótesis de cómo será el diseño del prototipo real. (Se usará ácido muriático, si no funciona se determinará con otro ácido que sea efectivo en la disminución del pH) y si su pH es menor a 6,8 se usará un carbonato que permita aumentar el pH en el agua; luego de haber controlado el pH se mezclarán los químicos mencionados anteriormente en cantidades iguales para que sea efectivo su proceso, de igual manera se experimentará con distintas cantidades del químico, es decir con una cantidad mínima de los dos químicos y una cantidad alta, esto con el fin de determinar con que cantidad se ejecutará de manera eficiente el proceso, y se obtendrán resultados en muestras que también serán enviadas a un laboratorio, para el estudio de sus propiedades químicas, permitiendo sustentar y explicar con cuanta cantidad de químicos que se use será la ideal y efectiva, para descontaminar cierta cantidad de agua, esto se hará con el fin de encontrar las características con las que debe contar el diseño del prototipo del sistema de filtración, además se calculará el tiempo que necesita mezclarse, para incluirse un sistema electrónico de mezcladores e inyectores de los químicos automatizando totalmente el prototipo final. (Se contemplará este diseño de sistemas electrónicos

con un estudiante de Ing. Electrónica el cual permitirá dar pie y soluciones al diseño del prototipo en esta fase)

Tercera Fase, se analizará y construirá de manera artesanal un filtro de carbón activado, en primer lugar las membranas de carbón activado que se usan en distintos filtros para la purificación de agua limpia, están basadas en delgadas capas de tela construidas a nivel molecular a partir del carbón pulverizado mineral (Practica, 2005); en este filtro se usará este planteamiento inicial; se hará con capas de carbón pulverizado y/o carbón sin pulverizar para experimentar la filtración óptima, este modelo es muy sencillo y para que este proceso sea óptimo se usará una capa final de algodón que permitirá filtrar el agua a través de sus delgadas fibras (Red, 2015); de esta manera se experimentará en distintas cantidades logrando obtener muestras que serán enviadas de igual manera al laboratorio, para el estudio de las propiedades químicas y determinar así como funciona y cuanta cantidad de material es la óptima requerida, para la elaboración del diseño y construcción del prototipo real de filtración.

Cuarta Fase, Si en la experimentación no se encuentran resultados factibles, se mezclará un proceso con otro para lograr así mayor efectividad, es decir, se usará como primer proceso el filtro catalizador y luego el agua será conducida al proceso de cloración y/o viceversa, esto se experimentará con los tres métodos propuestos de filtración, con el fin de que el proceso funcione, pero se determinará en el momento de la experimentación.

Ya que el proceso de experimentación es largo y se requerirán distintos materiales, en la construcción artesanal se usarán para el reemplazo de esto, materiales reciclables o que no se usen dependiendo de la necesidad; esto con el fin de ajustar el presupuesto y no generar sobrecostos en el proceso de experimentación (como reemplazo de envases para colocar los materiales de filtración se usaran botellas pet de distintos tamaños dependiendo de la

necesidad, es el caso como las muestras debido a que son bastantes se usaran botellas pet recicladas de 250 ml para envasarlas y transportarlas de manera segura; y así se procederá con los materiales que se necesiten y que se puedan sustituir por material reciclable sin afectar el proceso de filtración)

Después de obtener todos los resultados necesarios se finalizará con la **Quinta Fase**, en la cual se construirá el prototipo real con base en la investigación hecha que permitirá su diseño, este estará fabricado en láminas de acrílico, ya que siendo un material neutro no se corroerá y permitirá lograr una efectiva demostración de su funcionalidad (Policarbonato, 2008), teniendo costos bajos en su construcción; logrando concluir cual será su relación costo beneficio.

Cabe aclarar que este prototipo está construido única y exclusivamente para uso en el proceso de lavado de motores en la empresa Rectificadora de Motores Velázquez.

8.1 HERRAMIENTAS

Las herramientas que se usarán para el desarrollo del prototipo experimental que se han contemplado son las siguientes:

- Envases plásticos Pet para la construcción artesanal.
- Tijeras, bisturí, jeringa
- Guantes de látex, tapabocas
- Tierra, arena, gravilla, grava, carbón mineral, algodón, tela, arena para sandblasting
- Sulfato de aluminio, cloro pulverizado 70%, clorin, nonifenol, cloro liquido
- Cintas medidoras de pH
- Cinta de enmascarar
- Ácido muriático
- Láminas de acrílico para la construcción del prototipo real
- Pegante para acrílico
- Sensores, activadores, inyectoros
- Silicona para tuberías

- Probeta, gramera, embudo
- Cronometro
- Cálculos y estudios químicos
- Cálculos y fórmulas de presión
- Herramienta, de cálculos desarrollada en Todo Excel⁴
- Programa de modelamiento en 3D Solid Edge este se usará para el diseño del sistema del prototipo final.
- Para la elaboración del documento final se utilizarán los programas ofimáticos MS Word, MS Excel y MS Power Point.

8.2 PRESUPUESTO

La tabla del presupuesto que se necesita para el desarrollo del proyecto se encuentra detalladamente a continuación en la tabla 10:

Tabla 10- Costos del proyecto

RUBROS	CANTIDAD	VALOR
✓ PERSONAL	\$500.000	
Ingeniero Desarrollador	1	\$500.000
✓ INSUMOS PARA EXPERIMENTACION	\$ 295.000	
Gravilla	15 kilos	\$ 15.000
Grava	5 kilos	\$ 7.000
Arena para sandblasting	10 kilos	\$ 18.000
Arena	5 kilos	\$ 6.000
Tierra negra	5 kilos	\$ 8.000
Algodón	200 gramos	\$ 8.000
Tela hecha en algodón	8 metros	15.000
Carbón mineral	10 kilos	\$ 20.000
Tijeras	1	\$ 2.000
Bisturí	1	\$ 5.000
Jeringa	1	\$ 1.000

⁴ Presupuesto, sitio web, Todo en Excel

Tabocas	1 caja	\$ 10.000
Guantes de látex	10 pares	\$ 10.000
Envases pet 1.75L	15	-
Envases pet de 250 ml	20	-
Cloro granulado 70%	1 kilo	\$ 8.000
Sulfato de aluminio	1 kilo	\$ 15.000
Cintas medidora de pH x 80	2 paquetes	\$ 25.000
Ácido muriático	1 litro	\$ 5.000
Cloro liquido	1 litro	\$ 2.000
Clorin	1 litro	\$ 8.000
Nonifenol	1 litro	\$ 15.000
Embudo	Pequeño	\$ 2.000
Cinta de enmascarar	1 rollo	\$ 2.000
Probeta 250 ml	2	\$ 28.000
Gramera 1 kg	1	\$ 30.000
Cronometro	1	\$ 10.000
✓ MATERIALES PROTOTIPO	\$ 800.000	
Empresa ejecuta y produce el prototipo	1	\$ 800.000
Silicona para tuberías	2 tarros	\$ 16.000
✓ SERVICIOS TECNICOS POR DESARROLLADORES EXTERNOS	\$ 240.000	
Ingeniero químico para el análisis de muestras	1	\$ 100.000
✓ MATERIALES DE ELECTRONICA	\$520.000	
Electroválvulas	4	\$320.000
Materiales de electrónica	1	\$200.000
✓ MATERIALES DE EDICION	\$ 50.000	
Papelería, reprografía, CD, impresiones	1	\$ 50.000
✓ VIAJES Y DEZPLAZAMIENTOS	\$ 200.000	
✓ IMPREVISTOS	\$ 100.000	
TOTAL	\$ 2.705.000	

Fuente: Costos elaborados por el investigador

9. EXPERIMENTACIÓN

9.1 PRIMERA FASE, SEGUNDA FASE, TERCERA FASE Y CUARTA FASE

Ya que en el proceso de limpieza y renovación de agua mediante filtros catalizadores, procesos de limpieza a través de los químicos y el filtro de carbón activado intentan buscar la misma solución, la experimentación de las distintas fases se ha dado en conjunto para lograr el planteamiento de más hipótesis.

En esta primera fase se comprobó que el sistema de filtración por catalización funcione; ya que este filtro se crea en base a un experimento desarrollado en grado decimo de bachillerato⁵, que tenía algunos de los componentes que usaremos; también este filtro se basó en los principios de construcción y diseño de los filtros caseros de purificación de agua (Vidal, 2015) .

Estos filtros caseros de purificación de agua se diseñan con los materiales en un orden establecido y se modificaron levemente variando las cantidades de materiales, usando materiales similares e intercambiando el orden de los materiales, permitiendo plantear hipótesis, pero de igual manera se limitaron a los materiales descritos anteriormente en el marco teórico (desde el numeral 6.1.1 hasta el numeral 6.1.9).

Antes de evaluar la cantidad de material que se necesitará en los filtros y también los materiales exactos que se necesitarán en el sistema de filtración por catalización, y antes de enviar muestras para un estudio químico para comprobar que realmente funciona, es necesario comprobar empíricamente si funciona este filtro para el agua contaminada que se quiere intentar renovar y limpiar para ser usada en el mismo proceso, por esto el primer filtro que se crea es el siguiente (Imagen 23), y se explica de manera detallada en la tabla 11:

⁵ *Colegio Nacional Restrepo Millán*

9.1.1 PRUEBA #1 FILTRO CATALIZADOR

Imagen 23- Construcción artesanal del filtro catalizador #1



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 11- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #1

PRUEBA #1 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo y se usa para que el agua se filtre a través de sus fibras y permita el goteo del agua	Suficiente para cubrir la superficie, 100 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas	75 gr aprox
Tierra Negra	Se usa tierra negra sin abono para detener particulas pequeñas	100 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	100 gr aprox
Algodón	Se usa para que el agua se filtre a través de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 1

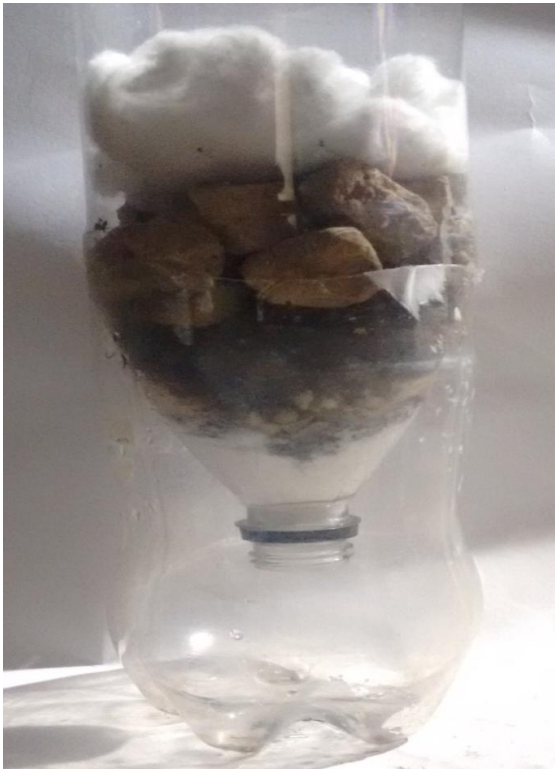
Descripción: El algodón como material 1 se contamina demasiado, al recibir directamente el agua contaminada, la tierra hace retardar el proceso, la gravilla ayuda perfectamente al proceso aunque también retarda la filtración, cuando el agua pasa por el material 5 (carbón mineral), no toda el agua hace contacto con el carbón se escapa por unos lados; para que salga la misma cantidad de agua que ingresa tarda 10 min aproximadamente

Observaciones:

- El algodón presente en el material 6 gotea más rápido a mayor cantidad de agua
- El agua sale del filtro con un pH de 11, todavía no es suficiente para reutilizarla, y el agua contaminada viene con un pH de 13
- Duración de la filtración 18 min

9.1.2 PRUEBA #2 FILTRO CATALIZADOR

Imagen 24- Construcción artesanal del filtro catalizador #2



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 12- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #2

PRUEBA #2 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo y se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	75 gr aprox
Grava	Se usa para devolver el color transparente al agua	100 gr aprox
Arena para construccion	Este material se usa en la construccion de edificaciones y ayuda a detener particulas solidas diminutas	100 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	100 gr aprox
Algodón	Se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 2

Descripción: El algodón (material 1) se contamina demasiado al recibir de forma directa el agua contaminada, la grava no hace contacto directo con el agua siendo inútil en el proceso, la arena para construcción como (material 3) no deja pasar el agua de forma continua, se detiene el proceso y se hace demasiado lento, la gravilla funciona de manera óptima, el carbón mineral (material 5) no hace contacto directo con toda el agua que pasa por él; tarda el proceso más de 20 min aproximadamente

Observaciones:

- El agua sale con un pH de 11 partiendo que entra con un pH de 13, pero se observa que se disminuyen las partículas que habitan al ingresar el agua por el filtro
- Duración de la filtración 20 min

Resultados:

- La arena con la que se ha realizado la prueba #2, es descartada del proceso ya que lo que hace es bloquear el paso del agua de forma continua

retardando el proceso, por esto se cambia a una arena de menor densidad y esta es la arena para sandblasting que es usada para marcar vidrios, se espera que en las pruebas siguientes logre cumplir con la necesidad de detener partículas al atravesar por su capa.

9.1.3 PRUEBA #3 FILTRO CATALIZADOR

Imagen 25- Construcción artesanal del filtro catalizador #3



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 13- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #3

PRUEBA #3 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo y se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	75 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	100 gr aprox
Arena para Sandblasting	Esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena usada para la construcción	100 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	100 gr aprox
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 3

Descripción: El algodón como (material 1) se contamina demasiado y deja de aportar sus habilidades en la filtración, la cantidad de gravilla continua retardando el proceso, se usa una capa arriba de carbón y al final otra con la intención de que toda el agua realice contacto con este material, pero aun no es 100% efectivo de que haga contacto el agua con los materiales, en el (material 4) se usó arena de menor densidad y se logró con lo requerido de que la arena detenga partículas sin afectar la velocidad de bajada del agua por el filtro; y el ultimo material que es el algodón (material 7) responde bien a las pruebas solo cambia su color.

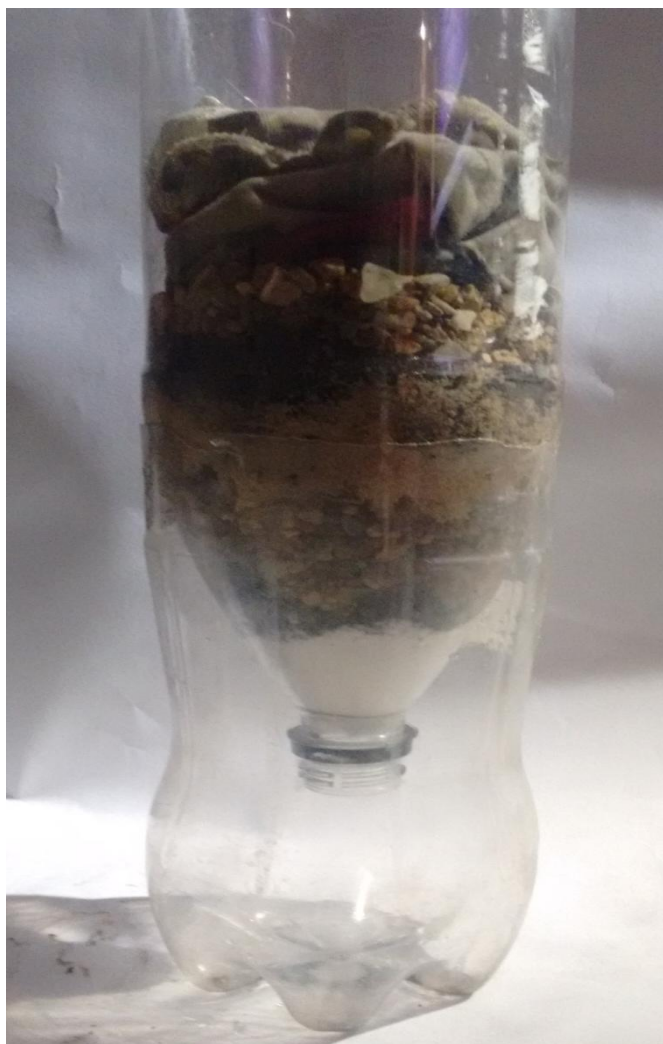
Observaciones:

- El agua tiende a ser más clara a contraluz con el sol, pero aún sigue teniendo el pH en 11
- Duración de la filtración 15 min

Resultados: El algodón (material 1) presenta un desgaste frente al resto de los materiales, en comparación con el algodón que se encuentra en la parte inferior, por esto se decide sustituir este material, por otro con sus mismas propiedades pero que no sufra tanto desgaste se probará con tela en base de algodón constituida por 70% de algodón y 30% de material sintético.

9.1.4 PRUEBA #4 FILTRO CATALIZADOR

Imagen 26- Construcción artesanal del filtro catalizador #4



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 14- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #4

PRUEBA #4 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Tela	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo, y se usa a base de que el agodon usado se contaminaba demasiado y de igual manera ayude a retener particulas, y a traves de sus fibras permita el paso del agua	80 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Tierra negra	Se usa tierra negra sin abono para detener particulas pequeñas	100 gr aprox
Arena para Sandblasting	Esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena usada para la construcción	100 gr aprox
Carbon vegetal	Se usa para filtrar particulas a traves de sus poros	100 gr aprox
Algodón	Se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 4

Descripción: Se sustituyó el algodón por tela del 70% hecha de algodón y 30% de material sintético, esto afecta de manera positiva la filtración permitiendo contrarrestar el desgaste del material; al momento de filtrar la tierra que se usa como (material 3) retrasa el proceso, el carbón vegetal como (material 5) no detiene las suficientes partículas contaminantes del agua, a comparación con el carbón mineral.

Observaciones:

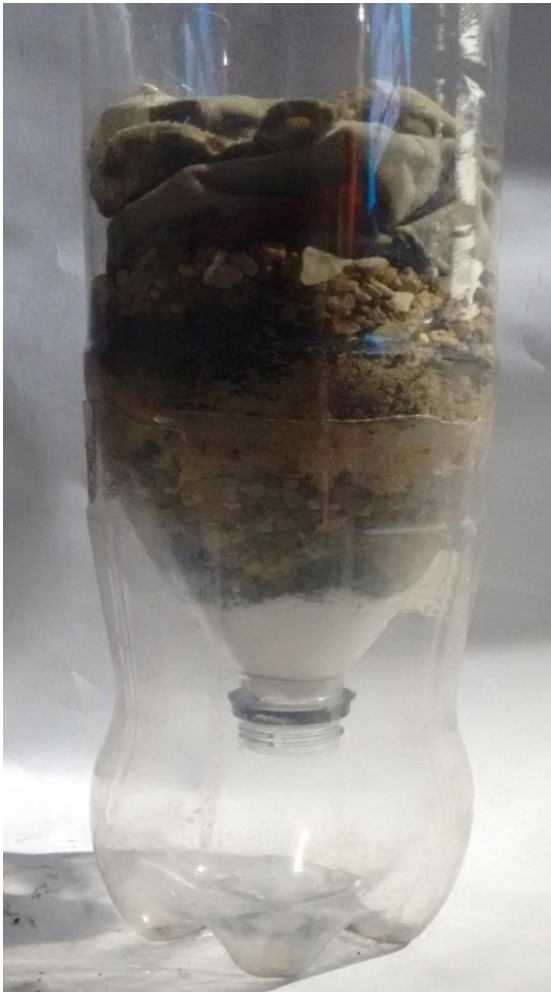
- El agua contaminada continúa saliendo después del proceso de filtración con un pH de 11, pero después de pasar por este filtro catalizador se nota más oscura.
- Duración del proceso 13 min

Resultados: El carbón vegetal no detiene las suficientes partículas a comparación con las muestras ya adquiridas de los resultados cuando pasa por el filtro de catalizador que contenga carbón mineral.

La arena para sandblasting todavía retarda un poco el proceso, según esto se ha decidido mezclarla con la gravilla para que no se compacte la arena y permita el paso con mayor facilidad del agua a través de los espacios dados por la gravilla. Ya que el carbón no asegura que el agua haga contacto con él, se analizó este problema y la conclusión a la que se llegó es tomar el carbón mineral y tritararlo hasta que se haga polvo de esta manera el polvo, se esparcirá entre la capa de carbón cubriendo toda la superficie hasta las áreas más pequeñas, para asegurar que el agua haga contacto con el carbón.

9.1.5 PRUEBA #5 FILTRO CATALIZADOR

Imagen 27- Construcción artesanal del filtro catalizador #5



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 15- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #5

PRUEBA #5 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Tela	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo, y se usa a base de que el agodon usado se contaminaba demasiado y de igual manera ayude a retener particulas, y a traves de sus fibras permita el paso del agua	80 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
Tierra negra	Se usa tierra negra sin abono para detener particulas pequeñas	100 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	100 gr aprox
Arena para Sandblasting	Esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena usada para la construcción	100 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	50 gr aprox
Carbon Pulverizado	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	20 gr aprox
Algodón	Se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 5

Descripción: Se disminuye la cantidad de tela y mejora la velocidad de goteo de la primera capa, se debe disminuir la cantidad de tierra sin abono (material 3) ya que retarda el proceso de filtración, se mezcla la gravilla mona (material 4) con la arena para sandblasting (material 5), formando una nueva capa de mezcla de materiales en la cual se nota que se acelera el proceso y funciona de manera efectiva reteniendo partículas, ya que el carbón no cubría toda la superficie del filtro se toma como opción triturarlo y en la capa de carbón rellenar con carbón pulverizado y así asegurar que el agua haga contacto con el carbón; el proceso de filtración dura aproximadamente 8 minutos en salir la misma cantidad de agua que entro, cabe aclarar que durante el proceso se ingresa cantidad de agua continua durante 20 segundos.

Observaciones:

- Alcanza a disminuir el pH inicial del agua contaminada de 13 a 10 después de pasar por este filtro catalizador.
- A lo largo de la experimentación se nota que se alcanza a perder $\frac{1}{3}$ del agua que ingresa al proceso.
- Duración del proceso 10 min

9.1.6 PRUEBA #6 FILTRO CATALIZADOR**Imagen 28- Construcción artesanal del filtro catalizador #6**

Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

Tabla 16- Descripción de los materiales usados en el filtro catalizador #6

PRUEBA #6 FILTRO DE CATALIZACION- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Tela	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo, y se usa a base de que el agodon usado se contaminaba demasiado y de igual manera ayude a retener particulas, y a traves de sus fibras permita el paso del agua	30 gr aprox
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	100 gr aprox
Tierra negra	Se usa tierra negra sin abono para detener particulas pequeñas	50 gr aprox
Gravilla Mona y Arena para Sandblasting	La mezcla de estos dos materiales ayuda a retener mas particulas y devolver el color transparente del agua	100 gr aprox de Gravilla Mona y 100 gr de Arena para Sandblasting
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	50 gr aprox
Carbon Pulverizado	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	12,5 gr aprox
Algodón	Se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 6

Descripción: Se disminuyó la tela y se encuentra que la cantidad necesaria es aquella que cubra la superficie de la capa, se redujo la cantidad de gravilla mona (material 2) y no retrasó el proceso, la tierra negra sin abono (material 3) ralentiza el proceso de filtración; se mezcló la gravilla con la arena en una sola capa y funciona sin problemas, al igual que se mezcló el carbón mineral con el carbón pulverizado en una sola capa para asegurar de que el agua haga contacto con este material al pasar por él.

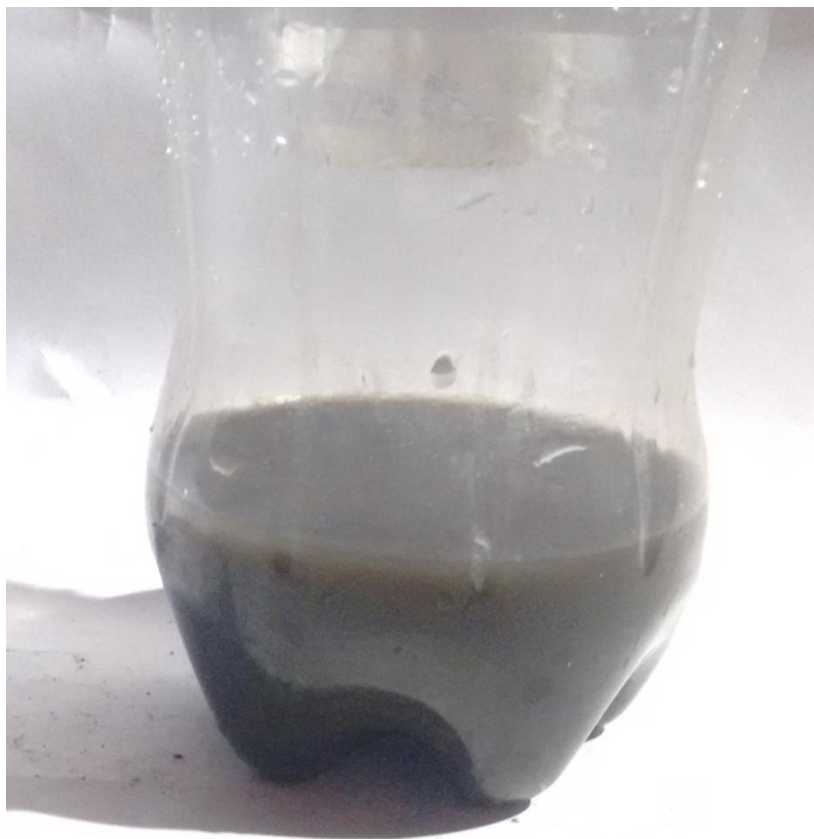
Observaciones:

- Ya que el pH del agua no descendiendo a más de 10, se incluirá otra etapa en la filtración para intentar lograr el objetivo.
- Duración del proceso 8 min

Resultados: Este filtro catalizador en comparación por tiempo y calidad del agua al finalizar el proceso de filtración, que las otras pruebas es la más efectiva pero todavía hace falta que el agua quede más limpia para poder reutilizarla, se intentara incluyendo otro proceso de filtración para lograr mayor efectividad en el proceso.

9.1.7 PRUEBA #1 QUÍMICO

Imagen 29- Prueba química #1



Fuente: Imagen tomada por el investigador a los químicos usados

Tabla 17- Descripción de los químicos usados en la prueba #1

PRUEBA #1 QUIMICOS- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Acido muriatico	El pH inicial del agua contaminada es de 13, entonces se usa el acido muriatico para disminuilo, y que se permita aplicar el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio	15 ml
Cloro Pulverizado	Se usa este quimico para la desinfeccion y limpieza del agua, este es comunmente usado en piscinas	15 gr aprox
Sulfato de Aluminio	Este quimico ayuda a la reaccion del cloro, y elimina contaminantes desinfectando el agua	15 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 7

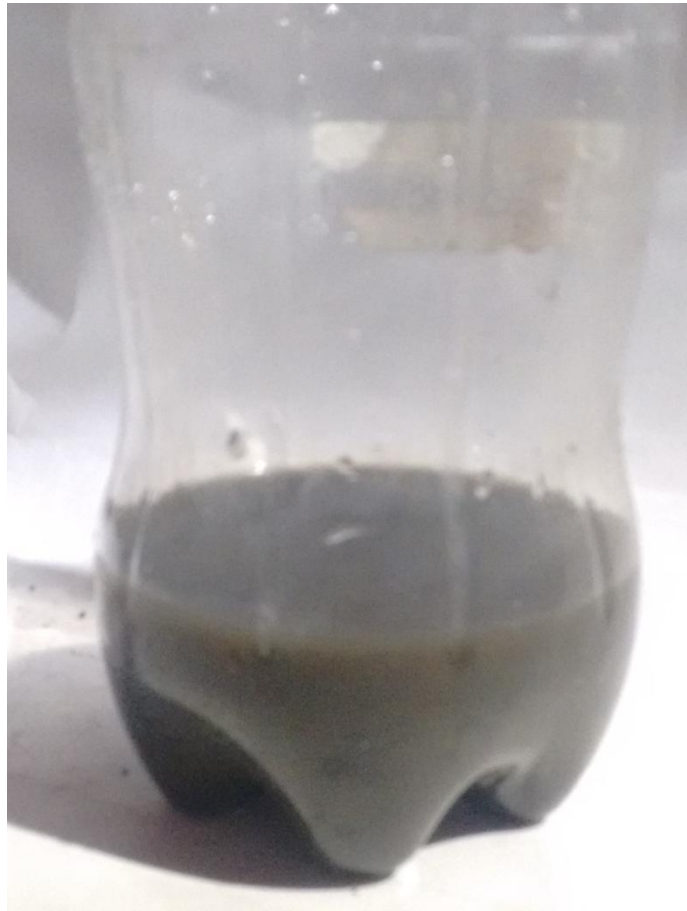
Descripción: El envase plástico donde se estaba realizando la prueba, al aplicar los materiales y revolverlos se empieza a calentar y a medida que se mezclan generan combustión por no tener el pH en neutro.

Observaciones:

- Se toma inicialmente 250 ml de agua contaminada para la prueba sin ningún tipo de tratamiento anterior.
- El olor que emite el cloro y el sulfato de aluminio es muy alto genera ardor en los sentidos faciales, se debe disminuir la cantidad de estos químicos

9.1.8 PRUEBA #2 QUÍMICOS

Imagen 30- Prueba química #2



Fuente: Imagen tomada por el investigador a los químicos usados

Tabla 18- Descripción de los químicos usados en la prueba #2

PRUEBA #2 QUIMICOS- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Acido muriatico	El pH inicial del agua contaminada es de 13, entonces se usa el acido muriatico para disminuilo, y que se permita aplicar el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio	15 ml
Nonifenol	Este quimico ayuda a separar particulas de aceite en el agua	15 ml
Cloro Pulverizado	Se usa este quimico para la desinfeccion y limpieza del agua, este es comunmente usado en piscinas	5 gr aprox
Sulfato de Aluminio	Este quimico ayuda a la reaccion del cloro, y elimina contaminantes desinfectando el agua	5 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 8

Descripción: Al mezclarse los químicos desde el 1 al 4 respectivamente aplicados en ese orden, se genera combustión y el vaso donde se experimenta se calienta demasiado

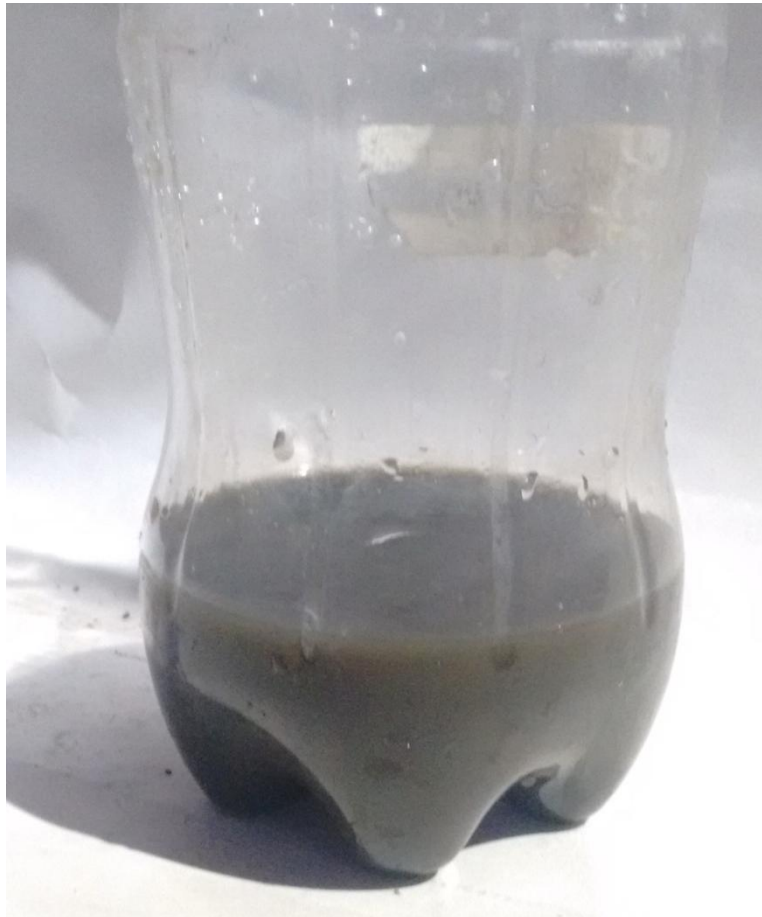
Observaciones:

- El olor que emiten los químicos es fuerte pero soportable
- Es necesario un proceso antes de la aplicación de los químicos ya que por la cantidad de contaminantes generan combustión.

Resultados: Según los resultados que se han obtenido de las pruebas #1 y prueba #2 usando químicos se concluye que el agua contaminada proveniente del proceso de lavado de motores no se puede tratar directamente con los químicos ya que genera combustión por esto se resuelve que es necesario un proceso de tratamiento antes de aplicar los químicos, según esto se experimentara usando el agua que proviene del resultado de la prueba #6 del filtro catalizador.

9.1.9 PRUEBA #3 QUÍMICOS

Imagen 31- Prueba química #3



Fuente: Imagen tomada por el investigador a los químicos usados

Tabla 19- Descripción de los químicos usados en la prueba #3

PRUEBA #3 QUIMICOS- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Acido muriatico	El pH inicial del agua contaminada es de 13, entonces se usa el acido muriatico para disminuirlo, y que se permita aplicar el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio	15 ml
Nonifenol	Este quimico ayuda a separar particulas de aceite en el agua	15 ml
Cloro Pulverizado	Se usa este quimico para la desinfeccion y limpieza del agua, este es comunmente usado en piscinas	5 gr aprox
Sulfato de Aluminio	Este quimico genera reaccion al mezclarse con el cloro, y elimina contaminantes desinfectando el agua	5 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 9

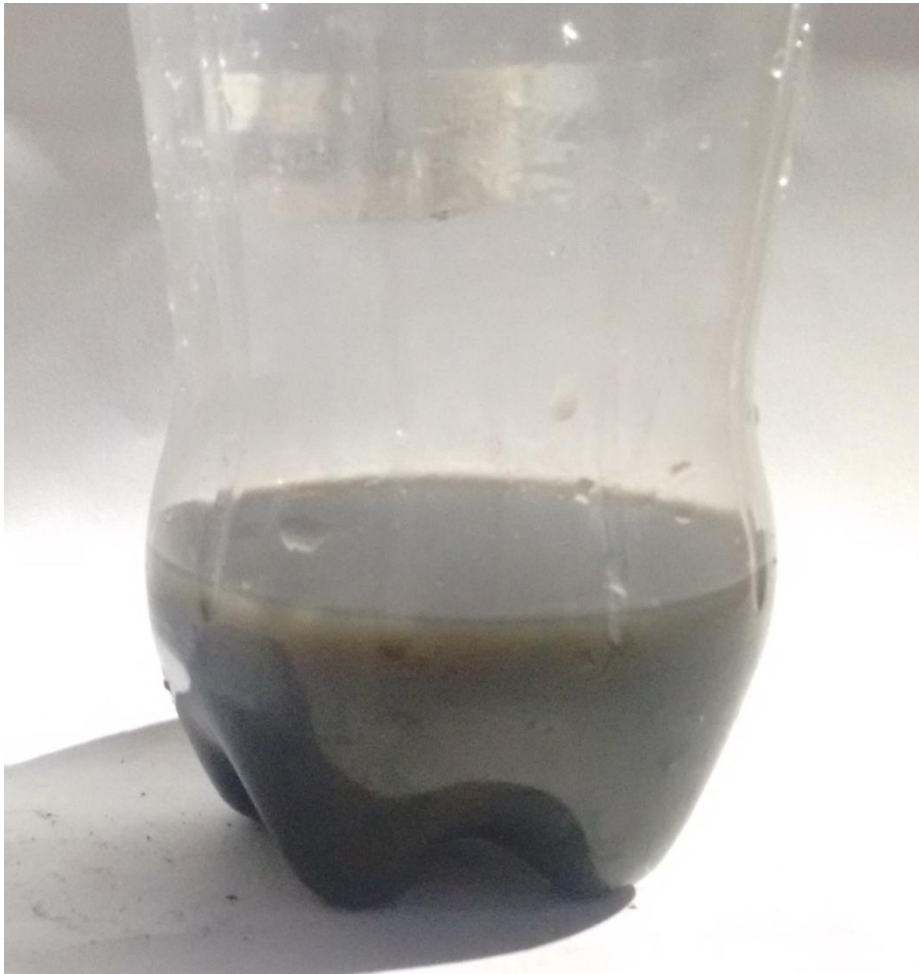
Descripción: Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el nonilfenol toma un estado sólido tendiendo a ser grumoso, como una gelatina, es imposible aplicar más químicos.

Observaciones:

- Se toma el agua después de salir del filtro catalizador de la prueba #6 y se empieza a tratar con los químicos

9.1.10 PRUEBA #4 QUÍMICOS

Imagen 32- Prueba química #4



Fuente: Imagen tomada por el investigador a los químicos usados

Tabla 20- Descripción de los químicos usados en la prueba #4

PRUEBA #4 QUIMICOS- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Acido muriatico	El pH inicial del agua contaminada es de 13, entonces se usa el acido muriatico para disminuilo, y que se permita aplicar el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio	12 ml
Cloro Pulverizado	Se usa este químico para la desinfeccion y limpieza del agua, este es comunmente usado en piscinas	5 gr aprox
Sulfato de Aluminio	Este químico genera reaccion al mezclarse con el cloro, y elimina contaminantes desinfectando el agua	5 gr aprox
Clorin	Ayuda a devolver el color transparente al agua	15 ml

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 10

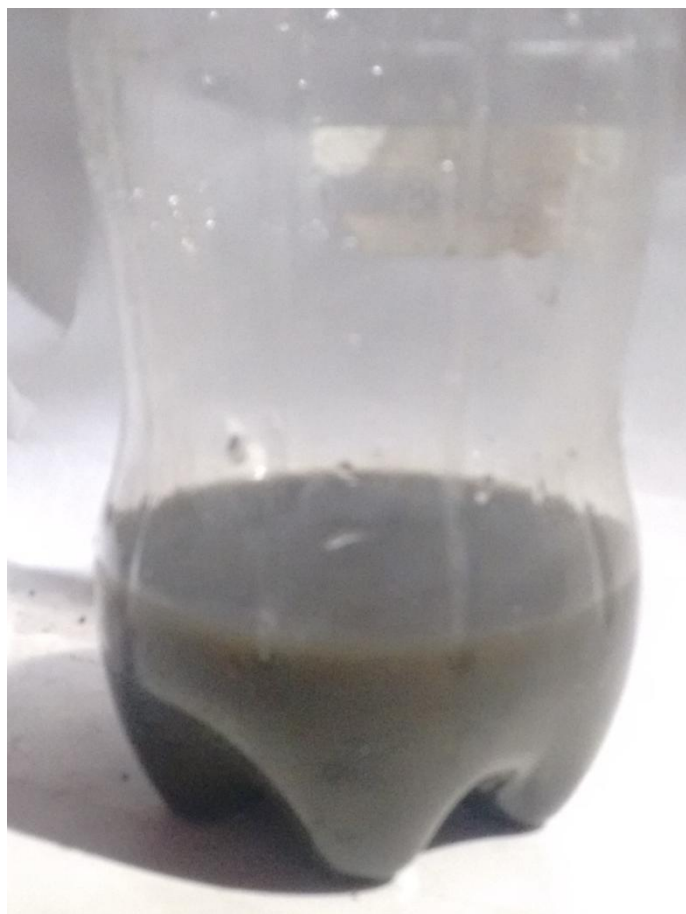
Descripción: Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el Cloro pulverizado (químico 2) y el Sulfato de aluminio (químico 3), se genera una corta espuma al disolverlos y el agua se torna a un color gris, se esperan 5 min y todos los contaminantes que afectan el agua flotan en su parte superior; se aplica clorin para intentar diluirlo todo y que tome el agua un color transparente, pero no se ve mayor afectación y por el contrario se torna más grasosa el agua.

Observaciones:

- El agua con la que se experimentó sale del filtro catalizador de la prueba #6, como proceso anterior
- El agua cuando se aplica el color pulverizado y el sulfato de aluminio se separa de los contaminantes, es necesario separarlos después de mezclar los químicos.

9.1.11 PRUEBA #5 QUÍMICOS

Imagen 33- Prueba química #5



Fuente: Imagen tomada por el investigador a los químicos usados

Tabla 21- Descripción de los químicos usados en la prueba #5

PRUEBA #5 QUIMICOS- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Acido muriatico	El pH inicial del agua contaminada es de 13, entonces se usa el acido muriatico para disminuirlo, y que se permita aplicar el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio	12 ml
Cloro Pulverizado	Se usa este químico para la desinfeccion y limpieza del agua, este es comunmente usado en piscinas	5 gr aprox
Sulfato de Aluminio	Este químico genera reaccion al mezclarse con el cloro, y elimina contaminantes desinfectando el agua	5 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 11

Descripción: Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el cloro pulverizado (químico 2) y el sulfato de aluminio (químico 3); se genera una corta espuma al disolverlos, y el agua se torna un color gris al pasar 5 min, se comienza a separar los contaminantes del agua, y estos flotan en la parte superior

Observaciones:

- El agua con la que se experimentó sale del filtro catalizador de la prueba #6 como proceso anterior
- El agua cuando se aplica el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio se separa de los contaminantes es necesario separarlos después de mezclar los químicos.

Resultados: Al disolver los químicos y esperar 5 minutos, se nota una capa gris de residuos contaminantes que flota en la parte superior del agua, y el agua limpia queda en su parte inferior, según esto se concluye que todavía hace falta otra filtración más que permita separar esta capa de residuos contaminantes del agua limpia por esto se experimentará con el filtro de carbón activado, para mejorar los resultados.

9.1.12 PRUEBA #1 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

Imagen 34- Construcción artesanal del filtro de carbón activado #1



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

**Tabla 22- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón
activado #1**

PRUEBA #1 FILTRO DE CARBON ACTIVADO- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo y se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	100 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	100 gr aprox
Carbon Pulverizado	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	25 gr aprox
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 12

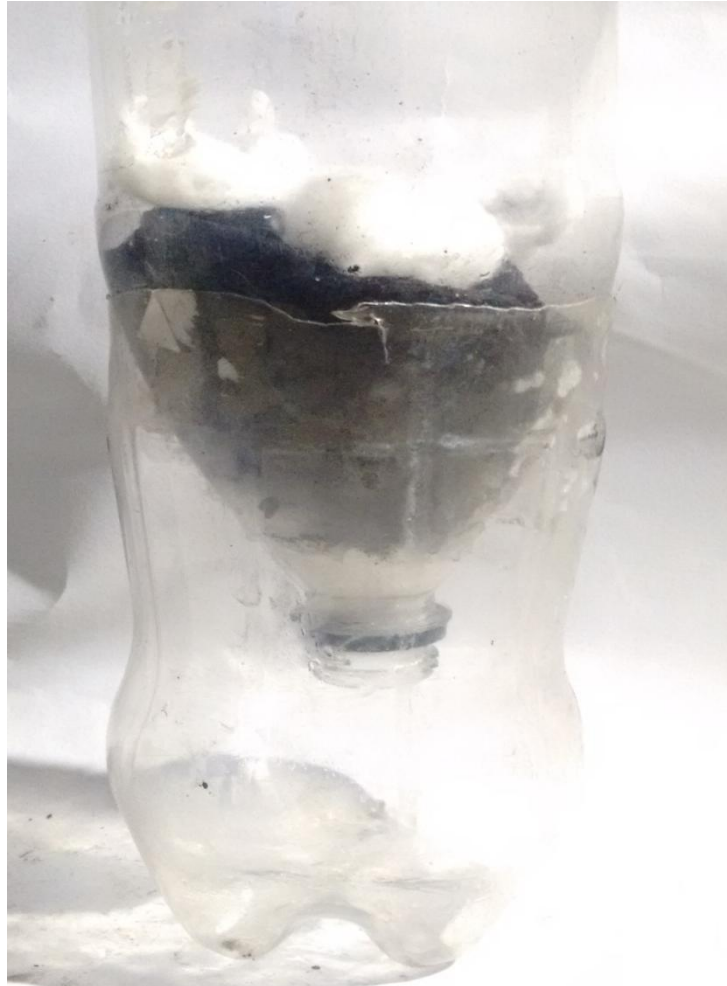
Descripción: Al ingresar el agua después de los químicos aplicados, ingresa con un tono gris y espuma pero cuando hace contacto con la primera capa de algodón se ralentiza el proceso pero cuando supera estas capas el agua sale transparente y parece lista para rehusar en el proceso.

Observaciones:

- Es lento el proceso pero satisface las necesidades del proyecto.
- Se usa carbón en partículas sólidas y carbón pulverizado para cubrir todas las áreas por donde pasa el agua, decisión basada en pruebas anteriores con los filtros catalizadores
- Duración 15 minutos

9.1.13 PRUEBA #2 FILTRO DE CARBON ACTIVADO

Imagen 35 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #2



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

**Tabla 23- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón
activado #2**

PRUEBA #2 FILTRO DE CARBON ACTIVADO- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	Este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo y se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	100 gr aprox
Carbon Vegetal	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	75 gr aprox
Carbon Vegetal	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	25 gr aprox
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 13

Descripción: al ingresar el agua después de los químicos aplicados ingresa con un tono gris y espuma cuando hace contacto con la primera capa de algodón se ralentiza el proceso pero supera las capas de filtración y el agua sale transparente pero con un tono amarillo

Observaciones:

- Es lento el proceso, en las capas de algodón
- Se usa carbón en partículas sólidas y carbón pulverizado para cubrir todas las áreas por donde pasa el agua, decisión basada en pruebas anteriores con los filtros catalizadores
- El tono del agua cuando sale del carbón vegetal a diferencia del carbón mineral, sale con un tono más amarillo en comparación con la anterior prueba
- Duración 15 minutos

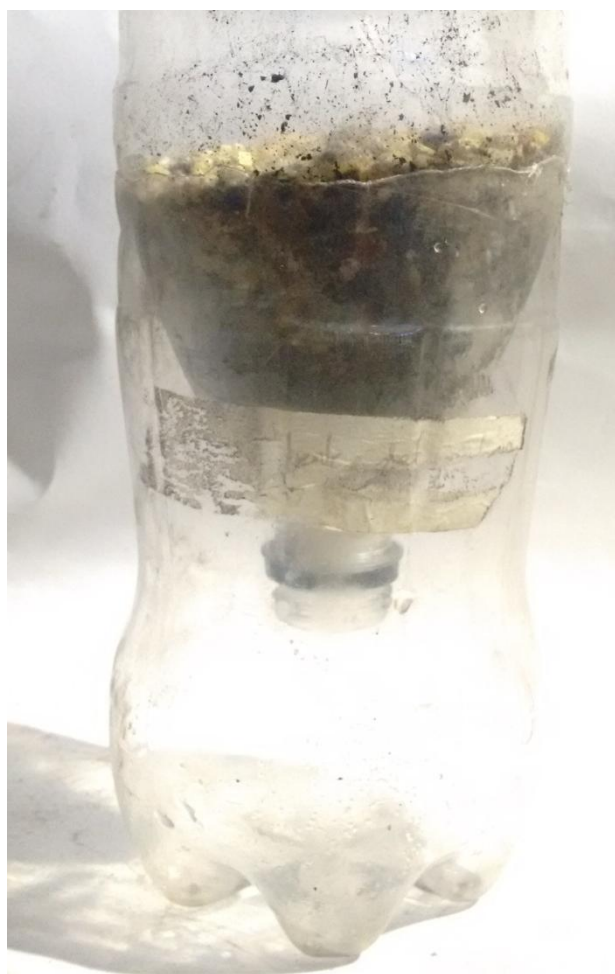
Resultados: Se denota que el carbón vegetal no es lo suficientemente efectivo el resultado obtenido en comparación con la prueba #1 (que contiene carbón mineral) es notorio y cuando pasa por la prueba #2 (que contiene carbón vegetal)

el resultado del agua muestra un tono amarillo fuerte y no cumple con las necesidades del proyecto por esto se descarta.

Es necesario retirar la primer capa de algodón para aumentar la velocidad de la filtración por esto se intentara añadiendo otro material que aporte la mayor cantidad de propiedades permitiendo que sea efectiva la filtración y el material que se concluye es la gravilla mona

9.1.14 PRUEBA #3 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

Imagen 36 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #3



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

**Tabla 24- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón
activado #3**

PRUEBA #3 FILTRO DE CARBON ACTIVADO- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Gravilla Mona	Se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	100 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	50 gr aprox
Carbon Mineral	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	12,5 gr aprox
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 14

Descripción: Se agregó la gravilla mona por sus propiedades que aporta y se denota que el proceso se desarrolla más rápido, el agua al atravesar por el sistema de filtración se nota transparente y de mejor calidad al observar en contra luz en comparación con la prueba #1

Observaciones:

- El proceso aumenta su velocidad de filtración y goteo
- Se usa carbón en partículas sólidas y carbón pulverizado para cubrir todas las áreas por donde pasa el agua, decisión basada en pruebas anteriores con los filtros catalizadores
- Es mejor la calidad del agua al comparación en contra luz con la prueba #1 que sus principales materiales son carbón mineral y carbón pulverizado.
- Duración 10 minutos

Resultados: El agua arrojada como resultado de este filtro es la que al punto de vista del investigador y desarrollador es la óptima que puede cumplir con los requerimientos del proyecto y necesidades de la empresa, el proyecto después de la experimentación es exitoso y funcional.

9.1.15 PRUEBA #4 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

Imagen 37 Construcción artesanal del filtro de carbón activado #4



Fuente: Imagen tomada por el investigador al filtro

**Tabla 25- Descripción de los materiales usados en el filtro de carbón
activado #4**

PRUEBA #4 FILTRO DE CARBON ACTIVADO- PRUEBAS ENSAYO Y ERROR		
MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	100 gr aprox
Carbon Mineral	Se usa el carbon en particulas pequeñas , y ayuda a devolver minerales al agua y detener virus y microorganismos	50 gr aprox
Carbon Mineral	Se trituro el carbon mineral y su polvo ayuda a la capa de carbon al realizar la filtracion	12,5 gr aprox
Algodón	se usa para que el agua se filtre a traves de sus fibras y permita el goteo del agua	50 gr aprox

Fuente: Elaborado por el investigador, ver anexo 15

Descripción: El agua que pasa por este filtro viene del filtro catalizador prueba #6, es necesario comprobar su efectividad, y al pasar el agua por este filtro no se logra la reducción de contaminantes necesario para que el agua se pueda reutilizar.

Observaciones:

- Continua el agua que proviene del filtro catalizador con un color gris
- Su pH se mantiene en 10
- El agua que sale del filtro de carbón activado se encuentra más clara pero no es suficiente para rehusarla en el mismo proceso

Resultados: Este filtro se descarta porque se usa el agua proveniente del filtro catalizador #6 y se pasa de manera directa y sin tratamiento químico a este filtro de carbón activado para comprobar su resultado, y se obtiene que no es suficiente y se descarta que este proceso pueda ir después del proceso del filtro de catalización.

Con base en esta experimentación se concluye que el proceso de filtración estará dado por tres fases para que sea exitoso, debe pasar en primer lugar por el filtro

de catalización, luego el agua resultado debe pasar al tratamiento con químicos, y para finalizar este resultado del agua, debe ser dirigida al filtro de carbón activado para lograr la mayor efectividad y éxito del proyecto.

9.2 TOMA DE MUESTRAS

Ahora que se determinó los materiales que se deben usar en el proceso de filtración para que sea efectivo, se realizaron muestras de agua por cada material que se va a usar en la filtración, para poder comprobar, comparar y justificar el desarrollo del proceso de filtración en cada material, estas muestras se tomaron y se enviaron a un laboratorio químico para su respectivo análisis.

Estas muestras se enviaron dos cantidades distintas por cada material, es decir, se envió una muestra con 300 gr de gravilla mona y otra con 900 gramos de gravilla mona para concluir cual cantidad es la óptima necesaria y así determinar con cuanto material debe estar constituido el prototipo final.

Muestras recogidas

Las muestras que se recogieron se resumen sus materiales y cantidades en las siguientes tablas (tabla 26, tabla 27, tabla 28), estas son las que se enviaron al laboratorio químico para su análisis, las muestras se envasaron para enviarlas en frascos pet de 250 ml cada una.

Tabla 26- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por componentes unitarios

NUMERO DE LA MUESTRA	MATERIALES	CANTIDAD MATERIALES	CANTIDAD DE AGUA ENVASADA
MUESTRA 00	Agua contaminada	---	250 ml
MUESTRA 01	Gravilla mona	300 Gramos	250 ml
MUESTRA 02	Gravilla mona	900 gramos	250 ml
MUESTRA 03	Carbón mineral sin triturar	50 Gramos	250 ml

	Carbón mineral pulverizado	12.5 gramos	
MUESTRA 04	Carbón mineral sin triturar	200 Gramos	250 ml
	Carbón mineral pulverizado	50 gramos	
MUESTRA 05	Arena para sandblasting	100 gramos	250 ml
MUESTRA 06	Arena para sandblasting	600 gramos	250 ml
MUESTRA 07	Tierra negra sin abono	100 gramos	250 ml
MUESTRA 08	Tierra negra sin abono	200 gramos	250 ml
MUESTRA 09	Arena para sandblasting	100 gramos	250 ml
	Gravilla mona	100 gramos	
MUESTRA 10	Arena para sandblasting	500 gramos	250 ml
	Gravilla mona	500 gramos	

Fuente: Elaborado por el investigador, adjunto el formato de recolección de datos, ver anexos 16, 17 y 18

Después de analizar compuesto por compuesto, las siguientes muestras que se tomaron, fueron del filtro catalizador completamente armado y se resumen en la siguiente tabla (tabla 27):

Tabla 27- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por filtros catalizadores

NUMERO DE LA MUESTRA	MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES	CANTIDAD DE AGUA ENVASADA
MUESTRA 11 FILTRO CATALIZADOR #1	Tela	100 gramos	250 ml
	Carbón mineral	200 gramos	
	Gravilla mona y Arena para sandblasting	200 gr y 200 gr	
	Gravilla mona	200 gramos	
	Carbón mineral y Carbón pulverizado	100 gr y 25 gr	
MUESTRA 12 FILTRO	Algodón	15 gramos	250 ml
	Tela	100 gramos	
	Gravilla mona	200 gramos	

CATALIZADOR #2	Tierra negra sin abono	200 gramos	250 ml
	Gravilla mona y Arena para sandblasting	200 gr y 200 gr	
	Carbón mineral y Carbón pulverizado	200 gr y 50 gr	
	Algodón	15 gramos	
MUESTRA 13	Grava	400 gramos	
	Tela	100 gramos	
	Grava	400 gramos	
	Gravilla mona	200 gramos	
FILTRO	Tierra negra sin abono	100 gramos	
CATALIZADOR #3	Carbón mineral y Carbón pulverizado	100 gr y 25 gr	
	Gravilla mona y Arena para sandblasting	200 gr y 200 gr	
	Gravilla mona	200 gramos	
	Carbón mineral y Carbón pulverizado	100 gr y 25 gr	
	Algodón	15 gramos	

Fuente: Elaborado por el investigador, adjunto el formato de recolección de datos, ver anexos 19, 20 y 21

A continuación se encuentran un resumen de las muestras tomadas para el segundo proceso (tabla 28), y es el tratamiento con químicos (cloración); sus muestras no varían demasiado, es decir, en la muestra 14 se está tratando el agua proveniente del filtro catalizador #1, en la muestra 15 se está tratando el agua proveniente del filtro catalizador #2 y por el ultimo en la muestra 16 se está tratando el agua proveniente del filtro catalizador #3.

Tabla 28-- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por pruebas químicas

NUMERO DE LA MUESTRA		MATERIALES		CANTIDAD DE MATERIALES	CANTIDAD DE AGUA ENVASADA
MUESTRA 14	PH	INICIAL:10	FINAL:7		
QUÍMICOS PARA		Ácido muriático		12 ml	250 ml
EL FILTRO		Cloro		6 gramos	
CATALIZADOR #1		Sulfato de aluminio		6 gramos	

MUESTRA 15	PH	INICIAL:10	FINAL:7		
QUIMICOS PARA		Ácido muriático	12 ml		
EL FILTRO		Cloro	6 gramos		250 ml
CATALIZADOR #2		Sulfato de aluminio	6 gramos		
MUESTRA 16	PH	INICIAL:10	FINAL:7		
QUIMICOS PARA		Ácido muriático	12 ml		
EL FILTRO		Cloro	6 gramos		250 ml
CATALIZADOR #3		Sulfato de aluminio	6 gramos		

Fuente: Elaborado por el investigador, adjunto el formato de recolección de datos, ver anexo 22

Por último tenemos el resumen de las muestras recogidas para el proceso de filtración por carbón activado, se encuentran algunas variaciones en los compuestos de filtro entre las tres muestras, pero igualmente que en el proceso anterior, la muestra #17 está tratando el agua resultante de la muestra 14 que viene a su vez del filtro catalizador #1, la muestra 18 está tratando el agua proveniente de la muestra 15 que viene a su vez del filtro catalizador #2 y la muestra 19 está tratando el agua proveniente de la muestra 16 que viene a su vez del filtro catalizador #3

Tabla 29- Descripción de las muestras recogidas para el estudio de las propiedades químicas en el laboratorio químico por filtros de carbón activado

NUMERO DE LA MUESTRA	MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES	CANTIDAD DE AGUA ENVASADA
MUESTRA 17 FILTRO DE CARBÓN, RESULTANTE DE LA MUESTRA 14 PARA EL FILTRO CATALIZADOR #1	Algodón Carbón mineral Carbón pulverizado Algodón	25 gramos 100 gramos 25 gramos 25 gramos	250 ml
MUESTRA 18 FILTRO DE	Algodón	25 gramos	250 ml

CARBÓN, RESULTANTE DE LA MUESTRA 15 PARA EL FILTRO CATALIZADOR #2	Carbón mineral	50 gramos	250 ml
	Carbón pulverizado	12.5 gramos	
	Algodón	25 gramos	
MUESTRA 19 FILTRO DE	Gravilla mona	200 gramos	
CARBÓN, RESULTANTE DE LA MUESTRA 14 PARA EL FILTRO CATALIZADOR #1	Carbón mineral	50 gramos	
	Carbón pulverizado	12.5 gramos	
	Algodón	25 gramos	

Fuente: Elaborado por el investigador, adjunto el formato de recolección de datos, ver anexo 23

Estas muestras se enviaron para su respectivo análisis químico; fueron almacenadas en una nevera de icopor a 4 °C y estas muestras tienen un vencimiento de un lapso de tiempo de 48 horas después de tomadas, para ser analizadas, si no se cumplen estos requerimientos de tiempo y temperatura, el análisis químico del agua estará errado y arrojará mal los datos resultantes ya que el agua cambiará sus propiedades.

10. RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

Después de recogidas las muestras y enviadas al laboratorio químico se obtienen los siguientes resultados, de todos los procesos y filtros enviados anteriormente

Tabla 30- Resultados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 00	2,56	12,43	293,7	15,81	0,7356	98	10060	6,239	5,7	-238,6	38,2
Muestra 01	3	11,74	-259,3	16,04	0,7352	100	10010	6,209	5,67	-240,8	43,1
Muestra 02	1,84	11,43	-243,6	15,47	0,7346	98	10270	6,367	5,83	-243,6	29,1
Muestra 03	1,34	11,43	-243,6	15,47	0,7346	98	10250	6,353	5,82	-235,2	23,2
Muestra 04	3,23	11,26	-235,4	15,53	0,7341	97	10310	6,39	5,85	-229,5	39,8
Muestra 05	6,62	11,27	-265,6	15,55	0,7338	191	5230	3,243	2,83	-238,5	87,3
Muestra 06	5,78	11,12	-228,3	15,42	0,7335	100	9999	6,199	5,66	-241,4	64,7
Muestra 07	6,92	10,23	-183,7	15,41	0,7331	92	10800	6,697	6,16	-230	81,8
Muestra 08	6,37	10,93	-219	15,75	0,7328	73	13680	8,481	7,94	-231,7	79,4
Muestra 09	7,14	11,07	-225,2	15,09	0,7327	100	10020	6,212	5,68	-234,5	83,5
Muestra 10	7,65	10,97	-220,7	15,23	0,7326	108	9271	5,748	5,22	-232,7	94,3
Muestra 11	7,77	10,91	-217,4	15,28	0,7324	100	9959	6,175	5,64	-237,9	101,3
Muestra 12	9,04	11	-222,2	15,3	0,7322	104	9628	5,969	5,44	-242,7	69,7
Muestra 13	5,01	10,87	-215,7	15,54	0,7318	104	9658	5,987	5,46	-241	61,3
Muestra 14	7,27	4,46	113	15,26	0,7318	46	21570	13,37	13	101,4	91
Muestra 15	7,24	4,02	137	15,82	0,7318	44	22630	14,03	13,7	78,6	97
Muestra 16	6,82	5,56	54,4	15,53	0,7317	44	22930	14,22	13,9	61,1	91,1
Muestra 17	7,79	3,59	160,1	15,56	0,7314	34	29300	18,17	18,16	19,1	115,3
Muestra 18	8,13	3,98	139,4	15,91	0,7314	47	21410	13,27	12,9	44,4	114,9
Muestra 19	7,25	3,83	14,7	16,06	0,7313	51	19600	12,15	11,72	48,8	106,8

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Esta tabla muestra los resultados del análisis químico realizado a las diferentes muestras de agua recogidas; estas muestras se encuentran organizadas de la siguiente forma, la muestra 00 es la muestra de agua enviada al pasar sin ningún tratamiento ni resultado de un filtro, esta es adquirida directamente del proceso de lavado de motores; la muestra 01 y 02 fueron muestras que pasaron por el mismo material (Gravilla mona), la diferencia es que se varió la cantidad de material (Gravilla mona) para cada muestra permitiendo definir cuál es la más viable entre las dos y poder sustentar la cantidad que es necesaria para lograr la filtración optima del agua, y la requerida que irá en el prototipo final, según esto a continuación se analizará por par de muestras del mismo material y se definirá

según los resultados cual es la óptima; así mismo, continua sucediendo con la muestra 03 y muestra 04; muestra 05 y muestra 06; muestra 07 y muestra 08; muestra 09 y 10, cada par de muestras es del mismo material que se comparará y analizará para determinar los resultados finales; en la muestra 11, muestra 12 y muestra 13 son muestras que se comparan entre sí para determinar la óptima ya que estas son muestras que pasaron por 3 distintos tipos de filtros catalizadores; la muestra 14, muestra 15 y muestra 16 son muestras que se les realizó el proceso de cloración siendo el resultado de los filtros catalizadores de las muestras 11, 12 y 13 respectivamente, y para finalizar la muestra 17, muestra 18 y muestra 19 son muestras que pasaron por 3 tipos distintos de filtros de carbón, siendo el resultado de las muestras 14, 15 y 16 que a su vez son resultados de las muestras 11, 12 y 13 respectivamente.

Con el fin de lograr concluir los resultados de las siguientes muestras se compararon, analizaron y concluyeron en base en la bibliografía expuesta en el marco teórico.

10.1 MUESTRA 00

En esta muestra se encuentran los siguientes resultados (Tabla 31):

Tabla 31- Resultados de la muestra 00

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 00	2,56	12,43	293,7	15,81	0,7356	98	10060	6,239	5,7	-238,6	38,2

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

DOppm:

- ✓ Con base en esto, nuestro primer resultado es de 2,56 ppm y se encuentra en el rango de contaminada

PH:

- ✓ Para el resultado de la muestra 00 su pH es de 12,43 así que es moderadamente básico, y se infiere que se encuentra lejos de ser neutra y pura.

PHmV:

- ✓ De modo que el resultado en la muestra es de pHm V es de 293.7 V

°C, Atm y cm:

Con respecto a los resultados cuarto, quinto y sexto en la tabla de las muestras; no son relevantes para determinar la pureza del agua y no serán tenidos en cuenta para la definición de los materiales ideales para la construcción del sistema de filtración; considerando que el cuarto resultado es la temperatura, y aclara la temperatura ambiente a la cual se está realizando la experimentación, el quinto resultado nos muestra la atmosfera a la que se encuentra sometida la muestra de agua y esta no varía notablemente ya que se mide sobre la misma atmosfera todas las muestras y por último el sexto resultado está midiendo la profundidad de las probetas de medición en las que se realizaba la experimentación en las muestras de agua.

μS/cm:

- ✓ La muestra 00 es de 10060 μS/cm excediendo el máximo para el agua potable y estableciéndose en el agua de mar, por la concentración de sólidos disueltos.

Tdspt:

- ✓ El resultado que se observa en la casilla de tdspt para la muestra 00 es de 6,239 ppt este se multiplicara por 1000, dando como resultado de TDS: 6239 ppm; este resultado se encuentra fuera de la escala, concluyendo que el agua se encuentra en el máximo nivel en la concentración de sólidos, Con esto se quiere decir que esta medida (TDS) es más importante en procesos que realicen la potabilización del agua para el consumo humano o animal, debido a su exactitud y su importancia en los resultados por la concentración de sales, cloruros, carbonatos u otros materiales nocivos para la salud, pero no es de gran importancia para el desarrollo del proyecto, sin embargo, es necesario controlarla.

Sal:

- ✓ El valor de la muestra que observamos en la casilla de Sal es de: 5,7 y el agua es salobre mesohalina, y se concluye que tiene un contenido salino de 57 gramos de sal por kilogramo de agua de mar.

ORP:

- ✓ El resultado para la muestra 00 es de -238,6 hay que oxidarlo para neutralizar su pH

DO%:

- ✓ Según esto para la muestra 00 el % saturación de oxígeno es de: 38.2, ubicándose en la calidad contaminada.

10.2 MUESTRA 01 Y MUESTRA 02

En la siguiente tabla (tabla 32) se encuentra la muestra 01 y muestra 02, los cuales son filtros que su material de composición no varía, lo que varía son sus cantidades de modo que se analizarán y compararán, para lograr concluir cual es la cantidad ideal para la elaboración del prototipo final

Tabla 32- Resultados de la muestra 01 y 02

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 01	3	11,74	-259,3	16,04	0,7352	100	10010	6,209	5,67	-240,8	43,1
Muestra 02	1,84	11,43	-243,6	15,47	0,7346	98	10270	6,367	5,83	-243,6	29,1

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Cantidades de gravilla mona para las muestras:

Muestra 01: 300 gramos

Muestra 02: 900 gramos

DOppm:

- ✓ Tenemos como resultado para la muestra 01: 3 ppm de oxígeno estableciéndose en la escala de contaminada; y para la muestra 02: 1,84 ppm de oxígeno estableciéndose de igual manera en contaminada, se observa que la muestra 01 cuenta con mayor número de partículas de oxígeno, así que se escoge la muestra 01 para esta prueba.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH en las dos muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las dos muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 01 reporta un pH de: 11.74 y la muestra 02 reporta un pH de: 11.43, en conclusión se escoge la muestra 02 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la muestra 01 observamos que la cantidad de peachimetros en vatios es de -259,3; y la de la muestra 02 es de: - 243,6, Contando con menor potencia la muestra 02, por esta razón se escoge la muestra 02 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 01 no sobrepasa el máximo permitido de conductividad para el agua potable, siendo de: 10010 μS/cm y la muestra 02: 10270 μS/cm si lo sobrepasa; de ahí que se escoge la muestra 01 para esta prueba.

Tdspt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 01 y 02 por 1000 cada uno, obtenemos para la muestra 01 TDS: 6209 ppm y la muestra 02 TDS: 6367 ppm; ambas muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay diferencia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 01, por tal motivo se escoge la muestra 01 para esta prueba.

Sal:

- ✓ Ambas muestras se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, pero el resultado de la muestra 01 es de: 5.67 y el de la muestra 02: 5.83, siendo menor la concentración de sal en la Muestra 01, por tal razón se escoge la Muestra 01 para esta prueba.

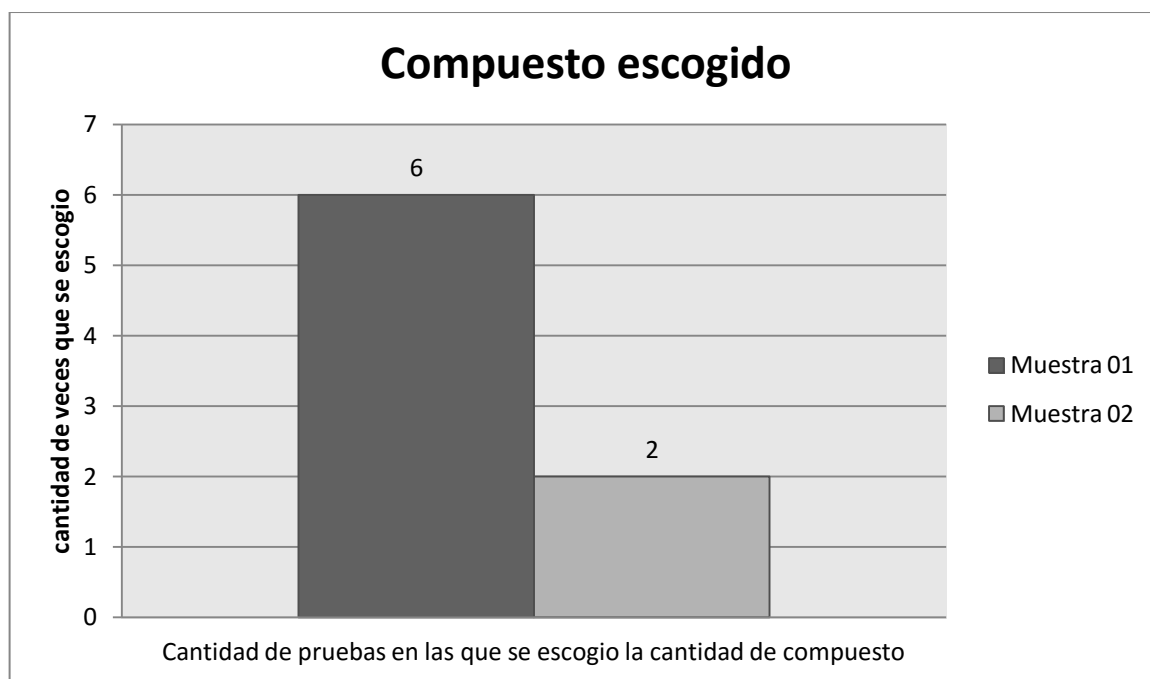
ORP:

- ✓ En la muestra 01 se observa el valor: -240.8 y para la muestra 02 se observa: -243.6, según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 01 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 01 es de: 43.1 y para la muestra 02 es de: 29.1; las dos muestras se encuentran en el rango de contaminada, pero la muestra 01 se encuentra más cerca de superar este rango y entre mayor sea su número de porcentaje de saturación de oxígeno, aumentara su calidad, es así que se escoge la muestra 01 para esta prueba.

Grafica 1- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 01 y 02



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En conclusión se logra una mejor filtración teniendo 300 gramos de gravilla como observamos en la muestra 01 que 900 gramos como observamos en la Muestra 02.

10.3 MUESTRA 03 Y MUESTRA 04

En la siguiente tabla (tabla 33) se encuentra la muestra 03 y muestra 04, los cuales son filtros que su material de composición no varía, lo que varía son sus cantidades de modo que se analizaran y compararán, para lograr concluir cual es la cantidad ideal para la elaboración del prototipo final

Tabla 33- Resultados de la muestra 03 y 04

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	μS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 03	1,34	11,43	-243,6	15,47	0,7346	98	10250	6,353	5,82	-235,2	23,2
Muestra 04	3,23	11,26	-235,4	15,53	0,7341	97	10310	6,39	5,85	-229,5	39,8

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Cantidades de carbón mineral para las muestras:

- **Muestra 03:** 50 gramos carbón mineral sin triturar
12.5 gramos de carbón mineral pulverizado
- **Muestra 04:** 200 gramos carbón mineral sin triturar
50 gramos de carbón mineral pulverizado

DOppm:

- ✓ Tenemos como resultado para la muestra 03: 1,34 ppm de oxígeno estableciéndose en la escala de contaminada; y para la muestra 02: 3,23 ppm de oxígeno estableciéndose en la escala de poco contaminada, se observa que la muestra 04 cuenta con mayor número de partículas de oxígeno y ubicándose en la escala de poco contaminada, de modo que se escoge la muestra 04 para esta prueba.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH en las dos muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las dos muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 04 reporta un pH de: 11.26 y la Muestra 03 reporta un pH de: 11.43, en conclusión se escoge la muestra 04 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la muestra 03 observamos que la cantidad de peachimetros en vatios es de -243,6; y la de la Muestra 04 es de: - 235,4, Contando con menor potencia la Muestra 04, por esta razón se escoge la muestra 04 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 03 al igual que la muestra 04 sobrepasan el máximo permitido de conductividad para el agua potable, siendo la muestra 03 de: 10250 μS/cm y la muestra 04: 10310 μS/cm; de ahí la de menor valor es la muestra 03 y por eso se escoge esa en esta prueba.

Tdspt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 03 y 04 por 1000 cada uno, obtenemos para la muestra 03 TDS: 6353 ppm y la muestra 04 TDS: 6390 ppm; ambas muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay diferencia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 03, por tal motivo se escoge la muestra 03 para esta prueba.

Sal:

- ✓ Ambas muestras se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, pero el resultado de la muestra 03 es de: 5.82 y el de la Muestra 04: 5.85, siendo menor la concentración de sal en la Muestra 03, por tal razón se escoge la muestra 03 para esta prueba.

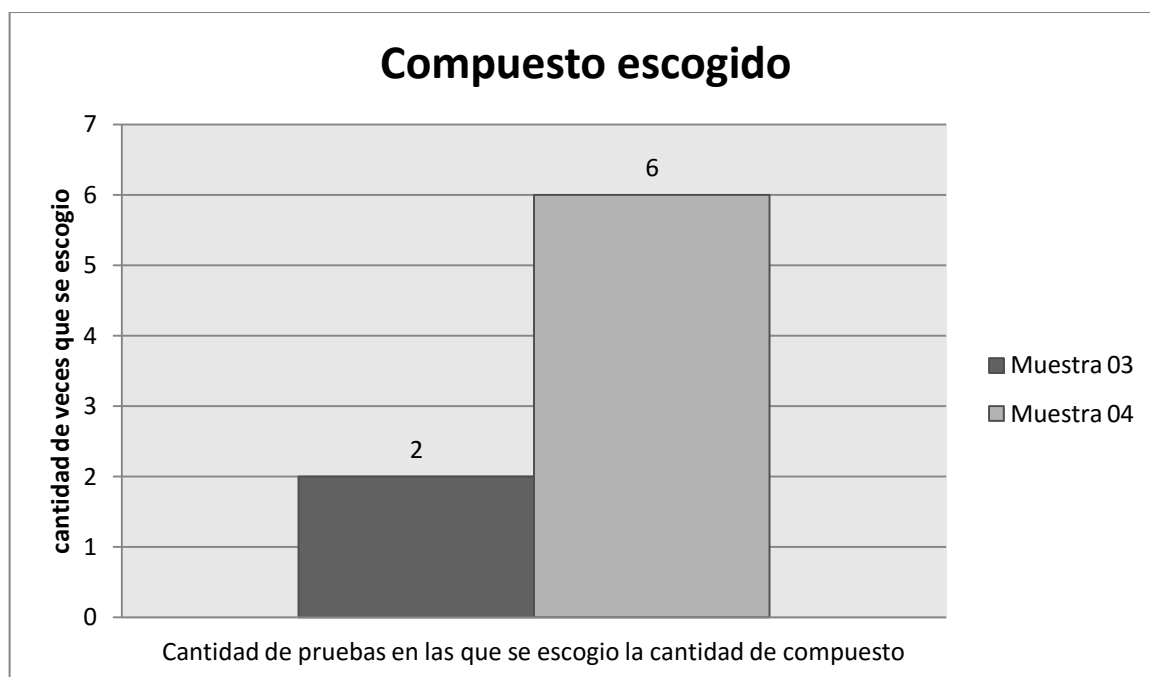
ORP:

- ✓ En la muestra 03 se observa el valor: -235.2 y para la muestra 04 se observa: -229,5, según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 04 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 03 es de: 23.2 y para la muestra 04 es de: 39,8; las dos muestras se encuentran en el rango de contaminada, pero la muestra 04 se encuentra más cerca de superar este rango y entre mayor sea su número de porcentaje de saturación de oxígeno, aumentara su calidad, es así que se escoge la muestra 04 para esta prueba.

Grafica 2- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 03 y 04



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: Es posible que como resultado es mejor el proceso de filtración con los compuestos de la muestra 04 a comparación de la muestra 03; pero cuando se desarrollaron las muestras para enviarlas al respectivo análisis químico, se observó que este compuesto de filtración en esa cantidad, retarda demasiado el proceso, y no se encuentra viable; por eso al punto de vista del investigador y analizando todos los resultados obtenidos se opta por escoger la cantidad de filtración de la Muestra 03, 50 gramos de carbón mineral sin triturar y 12,5 gramos de carbón mineral pulverizado.

10.4 MUESTRA 05 Y MUESTRA 06

En la siguiente tabla (Tabla 34) se encuentra la muestra 05 y muestra 06, los cuáles son filtros que su material de composición no varía, lo que varía son sus

cantidades de modo que se analizarán y compararán, para lograr concluir; cual es la cantidad ideal para la elaboración del prototipo final

Tabla 34- Resultados de la muestra 05 y 06

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	μS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 05	6,62	11,27	-265,6	15,55	0,7338	191	5230	3,243	2,83	-238,5	87,3
Muestra 06	5,78	11,12	-228,3	15,42	0,7335	100	9999	6,199	5,66	-241,4	64,7

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Cantidades de arena para sandblasting para las muestras:

- **Muestra 05:** 100 gramos
- **Muestra 06:** 600 gramos

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 05: 6.62 ppm de oxígeno estableciéndose entre la escala de poco contaminada y pura; y para la muestra 06: 5,78 ppm de oxígeno estableciéndose de igual manera en la escala de poco contaminada y pura, se observa que la muestra 05 cuenta con mayor número de partículas de oxígeno y ubicándose en la escala de pura y de poco contaminada, de modo que se escoge la muestra 05 para esta prueba.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH en las dos muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las dos muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 05 reporta un pH de: 11.27 y la Muestra 06 reporta un pH de: 11.12, en conclusión se escoge la muestra 06 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la muestra 05 observamos que la cantidad de peachímetros en vatios es de -265,6; y la de la Muestra 06 es de: - 228,3, contando con menor

potencia la Muestra 06, por esta razón se escoge la muestra 06 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 05 con: 5230 μS/cm se ubica en la escala después de agua para el uso doméstico y está en el máximo permitido de conductividad para el agua potable, de igual manera se encuentra en esa escala la muestra 06 con: 9999 μS/cm; pero la muestra 05 a diferencia de la muestra 06, reporta unos niveles bastantes bajos en su conductividad y por eso se escoge la muestra 05 para esta prueba.

Tdspt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 05 y 06 por 1000 cada uno, obtenemos para la muestra 05 TDS: 3243 ppm y la muestra 06 TDS: 6199 ppm; ambas muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay una diferencia bastante amplia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 05, por tal motivo se escoge la muestra 05 para esta prueba.

Sal:

- ✓ La cantidad de salinidad para la muestra 05 es de: 2.83, por tanto se encuentra en el rango de Agua salobre oligohalina y para la muestra 06 es de: 5.66 se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, según esto el resultado de la muestra 05, refleja niveles bajos en su salinidad, por tal motivo se escoge la muestra 05 para esta prueba.

ORP:

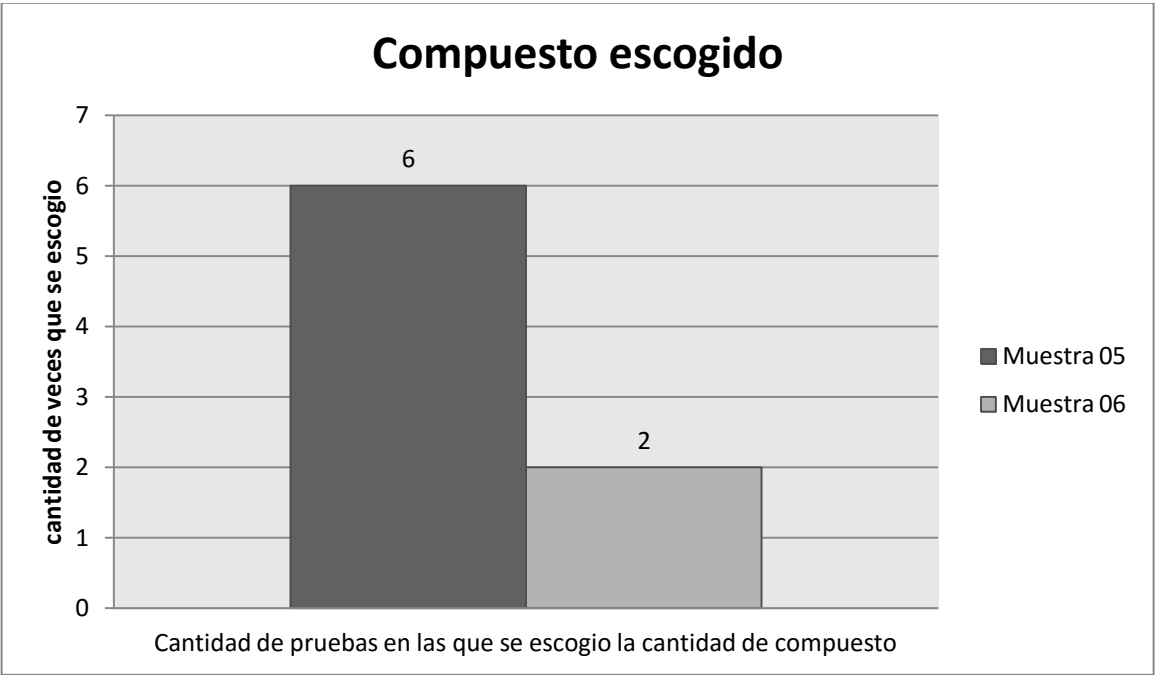
- ✓ En la muestra 05 se observa el valor: -238.5 y para la muestra 06 se observa: -241,4, según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 05 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 05 es de: 87,3 y se encuentra en el rango de regular y para la muestra 06 es de: 64,7 se

encuentra en el rango de dudosa; es así que se escoge la muestra 05 porque esta prueba se encuentra en el rango de calidad regular teniendo un porcentaje de saturación de oxígeno alto.

Grafica 3- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 05 y 06



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En síntesis se logra una mejor filtración teniendo 100 gramos de Arena para sandblasting como observamos en la muestra 05, que 600 gramos de arena para sandblasting como observamos en la muestra 06.

10.5 MUESTRA 07 Y MUESTRA 08

En la siguiente tabla (tabla 35) se encuentra la muestra 07 y muestra 08, los cuales son filtros que su material de composición no varía, lo que varía son sus cantidades de modo que se analizarán y compararán, para lograr concluir cual es la cantidad ideal para la elaboración del prototipo final

Tabla 35- Resultados de la muestra 07 y 08

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	μS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 07	6,92	10,23	-183,7	15,41	0,7331	92	10800	6,697	6,16	-230	81,8
Muestra 08	6,37	10,93	-219	15,75	0,7328	73	13680	8,481	7,94	-231,7	79,4

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Cantidades de Tierra negra sin abono para las muestras:

- **Muestra 07:** 100 gramos
- **Muestra 08:** 200 gramos

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 07: 6.92 ppm de oxígeno estableciéndose entre la escala de poco contaminada y pura; y para la muestra 08: 6,38 ppm de oxígeno estableciéndose de igual manera en la escala de poco contaminada y pura, se observa que la muestra 07 cuenta con mayor número de partículas de oxígeno y ubicándose en la escala de pura y de poco contaminada, de modo que se escoge la muestra 07 para esta prueba.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH entre las dos muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las dos muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 07 reporta un pH de: 10.23 y la muestra 08 reporta un pH de: 10.93, en conclusión se escoge la muestra 07 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la Muestra 07 observamos que la cantidad de peachímetros en vatios es de -183,7; y la de la muestra 08 es de: - 219, Contando con menor potencia la muestra 07, por esta razón se escoge la muestra 07 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 07 al igual que la muestra 08 sobrepasan el máximo permitido de conductividad para el agua potable, siendo la muestra 07 de: 10800 μS/cm y la muestra 08: 13680 μS/cm; de ahí la de menor valor es la muestra 07 y por eso se escoge esa en esta prueba.

Tdspt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 07 y 08 por 1000 cada uno, obtenemos para la muestra 07 TDS: 6697 ppm y la muestra 08 TDS: 8481 ppm; ambas muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay diferencia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 07, por tal motivo se escoge la muestra 07 para esta prueba.

Sal:

- ✓ Ambas muestras se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, pero el resultado de la muestra 07 es de: 6,16 y el de la muestra 08 es de: 7,94, siendo menor la concentración de sal en la Muestra 07, por tal razón se escoge la Muestra 07 para esta prueba.

ORP:

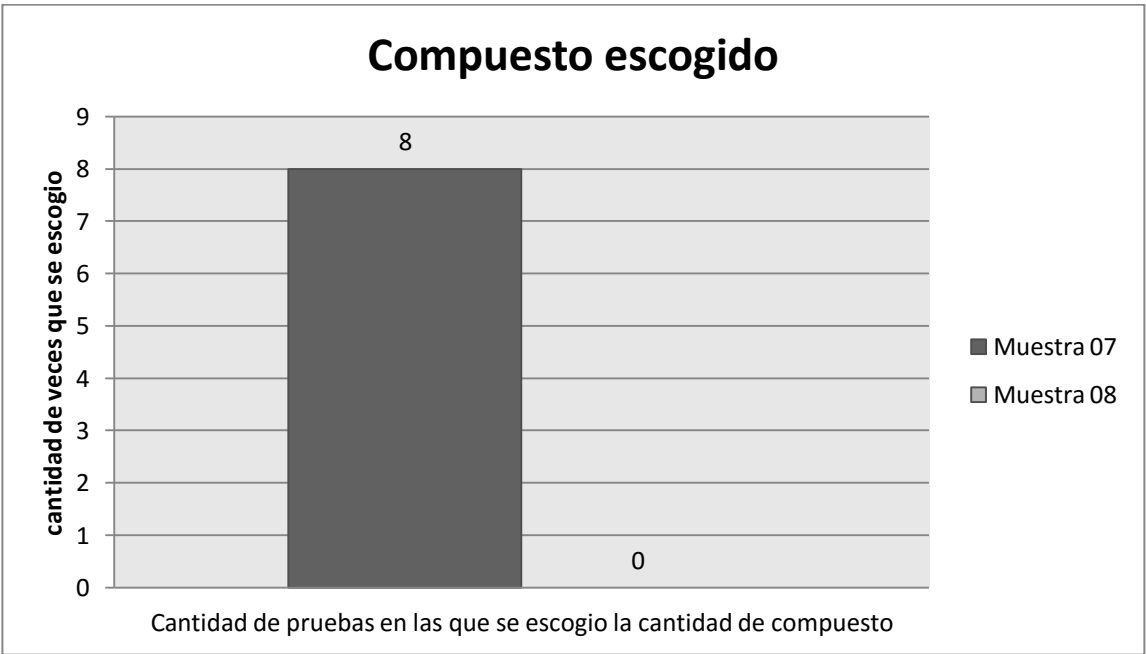
- ✓ En la muestra 07 se observa el valor: -230 y para la muestra 08 se observa: -231,7, según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 07 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 07 es de: 81,8 y se encuentra en el rango de regular de igual manera para la muestra 08 es de: 79,4 y está ubicada en el rango de regular; las variaciones que observamos entre las muestras no son grandes, a pesar de esto se escoge la muestra

07 porque esta prueba se encuentra con un porcentaje de saturación de oxígeno más alto.

Grafica 4- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 07 y 08



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En comparación es notablemente superior en todas las pruebas la Muestra 07, aclarando que es mejor usar 100 gramos de tierra negra a diferencia de la muestra 08 con 200 gramos de tierra negra.

10.6 MUESTRA 09 Y MUESTRA 10

En la siguiente tabla (tabla 36) se encuentra la muestra 09 y muestra 10, los cuales son filtros que su material de composición no varía, lo que varía son sus cantidades de modo que se analizarán y compararán, para lograr concluir cual es la cantidad ideal para la elaboración del prototipo final

Tabla 36- Resultados de la muestra 09 y 10

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 09	7,14	11,07	-225,2	15,09	0,7327	100	10020	6,212	5,68	-234,5	83,5
Muestra 10	7,65	10,97	-220,7	15,23	0,7326	108	9271	5,748	5,22	-232,7	94,3

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

Cantidades de la mezcla de arena para sandblasting y gravilla mona para las muestras:

- **Muestra 09:** 100 gramos de arena para sandblasting
100 gramos de gravilla mona
- **Muestra 10:** 500 gramos de arena para sandblasting
500 gramos de gravilla mona

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 09: 7.14 ppm de oxígeno estableciéndose la escala de pura; y para la muestra 10: 7,65 ppm de oxígeno estableciéndose de igual manera en la pura, se observa que la muestra 10 cuenta con mayor número de partículas de oxígeno y ubicándose en la escala de pura, de modo que se escoge la muestra 10 para esta prueba.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH entre las dos muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las dos muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 09 reporta un pH de: 11.07 y la muestra 10 reporta un pH de: 10.97, en conclusión se escoge la muestra 10 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la Muestra 09 observamos que la cantidad de peachímetros en vatios es de -225,2; y la de la Muestra 10 es de: - 220,7, Contando con menor

potencia la muestra 10, por esta razón se escoge la muestra 10 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 09 con: 10020 μS/cm se ubica en la escala de conductividad sobrepasando el máximo permitido de conductividad para el agua potable y la muestra 10 con: 9271 μS/cm se ubica en la escala después de agua para el uso doméstico y está en el máximo permitido de conductividad para el agua potable, de tal manera se escoge la muestra 10 ya que reporta unos niveles bajos en su conductividad y por eso, se escoge la muestra 10 para esta prueba.

Tds ppt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 09 y 10 por 1000 cada uno, obtenemos para la Muestra 09 TDS: 6212 ppm y la Muestra 10 TDS: 5748 ppm; ambas muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay diferencia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 10, por tal motivo se escoge esta muestra para esta prueba.

Sal:

- ✓ Ambas muestras se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, pero el resultado de la Muestra 09 es de: 5,68 y el de la muestra 10 es de: 5,22, siendo menor la concentración de sal en la muestra 10, por tal razón se escoge la muestra 10 para esta prueba.

ORP:

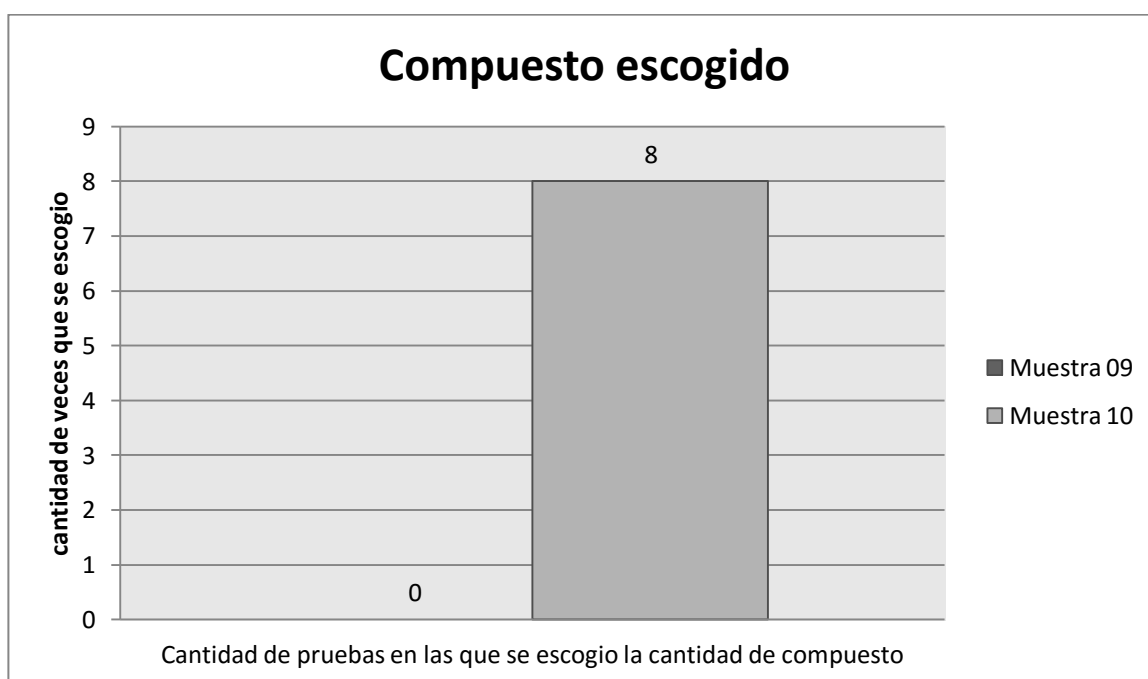
- ✓ En la muestra 09 se observa el valor: -234,5 y para la muestra 10 se observa: -232,7, según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la Muestra 10 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 09 es de: 83,5 y se encuentra en el rango de regular y para la muestra 10 es de: 94,3 y está ubicada en el rango de buena; por eso se escoge la muestra 10 porque

esta prueba se encuentra con un porcentaje de saturación de oxígeno más alto.

Grafica 5- Comparación de la cantidad de pruebas que supero un compuesto del otro según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 09 y 10



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En comparación es notablemente superior en todas las pruebas la muestra 10, aclarando que es mejor usar 500 gramos de arena para sandblasting y 500 gramos de gravilla mona de a diferencia de la muestra 09 con 100 gramos de arena para sandblasting 100 gramos de gravilla mona.

Debido a que el material no muestra deterioros altos después de una filtración constante y por varios días, como mantenimiento preventivo se cambiara mensualmente todos sus componentes.

Y todos estos materiales después de usarlos y sean cambiados, serán enviados a la empresa Descont⁶ la cual se ocupara de la recolección y disposición final de todos estos componentes

10.7 MUESTRA 11, MUESTRA 12 y MUESTRA 13

Otro punto es la evaluación y análisis de la muestra 11, muestra 12 y muestra 13 (tabla 37), ya que son tres tipos distintos de filtro catalizadores, varían en su cantidad y materiales de modo que se concluirá cuál de estos tres es el más óptimo de igual forma para el filtro catalizador final se modificará con los resultados anteriormente obtenidos de los análisis de compuesto por compuesto, este análisis también permitirá decidir cuál será el orden correcto de los materiales que componen al filtro catalizador y así concluir el prototipo final.

Tabla 37- Resultados de la muestra 11, 12 y 13

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	μS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 11	7,77	10,91	-217,4	15,28	0,7324	100	9959	6,175	5,64	-237,9	101,3
Muestra 12	9,04	11	-222,2	15,3	0,7322	104	9628	5,969	5,44	-242,7	69,7
Muestra 13	5,01	10,87	-215,7	15,54	0,7318	104	9658	5,987	5,46	-241	61,3

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 11: 7,77 ppm, para la muestra 12: 9,04 ppm y para la muestra 13: 5,07 ppm la muestra con mayor partículas de oxígeno es la muestra 12, ubicándose en la escala de pura.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH entre las tres muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las tres muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra

⁶ Véase en la página web de la empresa Descont, Gestión ambiental de residuos

11 reporta un pH de: 10,97, la Muestra 12 reporta un pH de: 11 y la Muestra 13 reporta un pH de 10,87; en conclusión se escoge la muestra 13 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la muestra 11 observamos que la cantidad de peachímetros en vatios es de -217,4, en la de la muestra 12 es de: - 222,2 y en la muestra 13 es de: -215.7 Entre las tres la que cuenta menor potencia es la muestra 13, por esta razón se escoge la muestra 13 para esta prueba.

μS/cm:

- ✓ Se observa que la muestra 11 con: 9959 μS/cm se ubica en la escala del máximo permitido de conductividad para el agua potable, la muestra 12 con: 9628 μS/cm se ubica de igual manera en la escala del máximo permitido de conductividad para el agua potable y la muestra 13 con: 9658 μS/cm y de igual manera en la escala del máximo permitido de conductividad para el agua potable; Así que se escoge la muestra 12 ya que reporta unos niveles más bajos en su conductividad, para esta prueba.

Tdspt:

- ✓ Al multiplicar el valor de la muestra 11, 12 y 13 por 1000 cada uno, obtenemos para la muestra 11 TDS: 6175 ppm, para la muestra 12 TDS: 5969 ppm y para la muestra 13 TDS: 5987 ppm; todas las muestras se encuentran lejos del rango permitido, pero si hay diferencia en el total de sólidos disueltos entre las muestras y es menor el de la muestra 12, por tal motivo se escoge esta muestra para esta prueba.

Sal:

- ✓ Las tres muestras se encuentran en el rango de agua salobre mesohalina, pero el resultado de la muestra 11 es de: 5,64; el de la muestra 12 es de: 5,44 y el de la Muestra 13 es de: 5.46 siendo menor la concentración de sal en la muestra 12, por tal razón se escoge la muestra 12 para esta prueba.

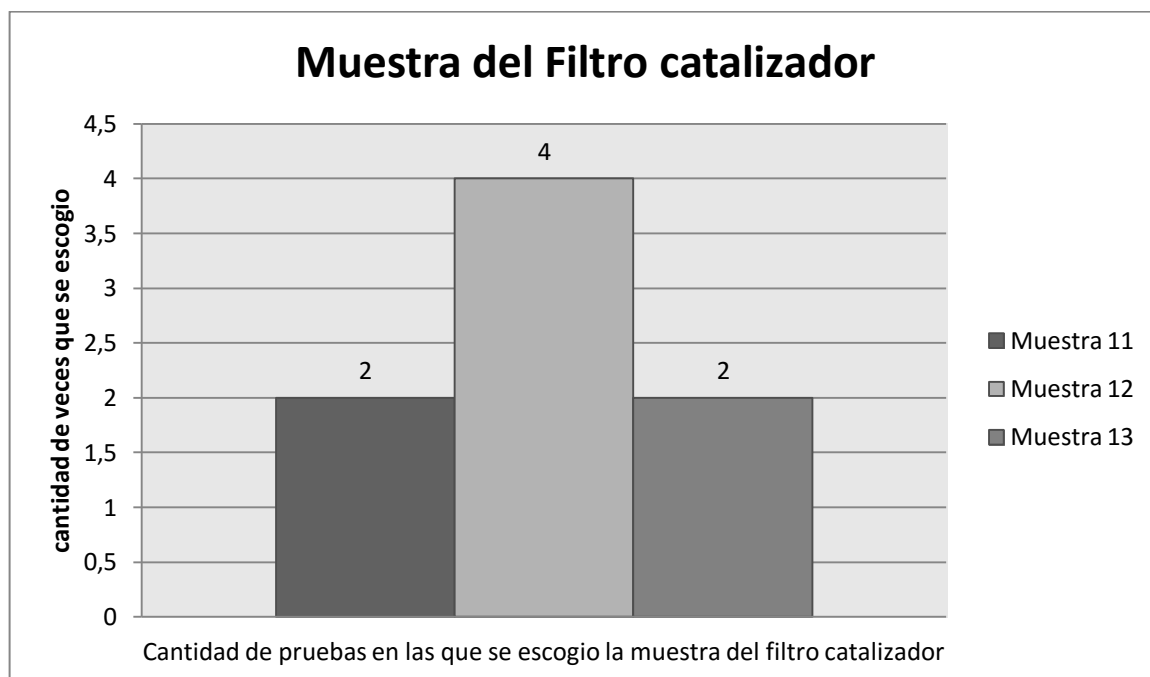
ORP:

- ✓ En la Muestra 11 se observa el valor: -237,9, para la Muestra 12 se observa: -242,7 y para la muestra 13 se observa: -241; según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 11 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 11 es de: 101,3 y se encuentra en el rango de calidad buena, para la muestra 12 es de: 69,7 y se ubica en el rango de calidad dudosa y para la muestra 13 es de: 61.3 ubicándose de igual manera a la anterior en el rango de calidad dudosa; por eso se escoge la muestra 11 porque esta prueba se encuentra con un porcentaje de saturación de oxígeno más alto.

Grafica 6- Comparación de la cantidad de pruebas que supero cada filtro catalizador con respecto a los otros según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 11, 12 y 13



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En conclusión el filtro catalizador que se desempeña mejor en comparación con los otros dos es el filtro catalizador #2 que su resultado es la Muestra 12.

10.8 MUESTRA 14, MUESTRA 15 Y MUESTRA 16

El siguiente punto trata de las muestras 14, 15 y 16 (tabla 38), que son muestras las cuales se sometieron a tratamientos químicos, el agua a la que se le aplicó los químicos es la resultante del filtro catalizador #1, #2 y # 3 respectivamente; según esto la cantidad químicos que se aplicó en las 3 muestras fue constante, pero se evidencian cambios representativos entre las muestras debido al proceso inmediatamente anterior, es decir el resultante de los filtros catalizadores.

Tabla 38- Resultados de la muestra 14, 15 y 16

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 14	7,27	4,46	113	15,26	0,7318	46	21570	13,37	13	101,4	91
Muestra 15	7,24	4,02	137	15,82	0,7318	44	22630	14,03	13,7	78,6	97
Muestra 16	6,82	5,56	54,4	15,53	0,7317	44	22930	14,22	13,9	61,1	91,1

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 14: 7,27 ppm, para la muestra 15: 7,24 ppm y para la muestra 16: 6.82 ppm, la muestra con mayor partículas de oxígeno es la muestra 14, pero la muestra 15 se encuentra muy cerca su diferencia es mínima; entonces cualquiera de las dos muestras (muestra 14 o muestra 15) se puede escoger para esta prueba ya que las dos se ubican en la escala de pura.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH entre las tres muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las tres muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra

14 reporta un pH de: 4,46, la Muestra 15 reporta un pH de: 4,02 y la muestra 16 reporta un pH de 5,56; en conclusión se escoge la muestra 16 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la Muestra 14 observamos que la cantidad de peachímetros en vatios es de 113,4, en la de la muestra 15 es de: 137 y en la Muestra 16 es de: 54,4, Entre las tres la que cuenta menor potencia es la muestra 16, por esta razón se escoge la Muestra 16 para esta prueba

μS/cm; Tdspt y Sal:

- ✓ Los resultados en las tres muestras (14, 15 y 16) de estas tres pruebas (μS/cm; Tdspt y Sal) sus resultados se encuentran demasiado altos y esto se debe a la concentración de cloruros que se le aplicaron, por este motivo se debe reducir a la mitad los químicos aplicados al agua que se encuentra en tratamiento ya que sus resultados demuestran que son excesivos y superan la cantidad necesaria.

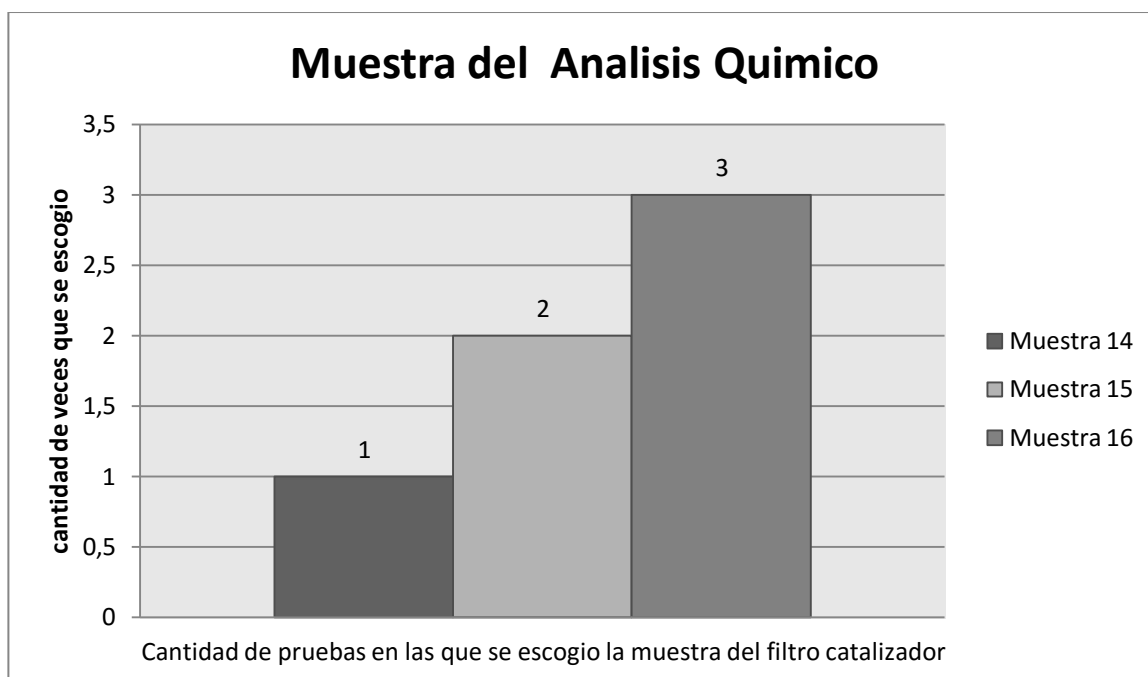
ORP:

- ✓ En la muestra 14 se observa el valor: 101.4, para la Muestra 15 se observa: 78,6 y para la muestra 16 se observa: 61,1; según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación y sea la óptima para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 16 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 14 es de: 91 y se encuentra en el rango de calidad buena, para la muestra 15 es de: 97 y se ubica en el rango de calidad buena y para la muestra 16 es de: 91,1 ubicándose de igual manera a la anterior en el rango de calidad buena; por eso se escoge la muestra 15 ya que es la que cuenta con un porcentaje de saturación de oxígeno más alto.

Grafica 7- Comparación de la cantidad de pruebas que supero prueba química con respecto a las otras según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 14, 15 y 16



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: En conclusión la muestra que mejor reacción enfrenta, después de aplicar los químicos es la muestra 16, sin embargo cuando se realizaron las muestras, la muestra 15 fue la que menor espuma emitió; entonces cualquiera del agua resultante de los dos filtros catalizadores (#2 y #3) reaccionan bien frente al proceso de cloración; cabe aclarar que estas pruebas químicas nos permiten observar que las concentraciones de cloro y sulfato de aluminio que se aplican son demasiadas altas, debido a esto se opta por reducir a la mitad la cantidad de cloro y sulfato de aluminio que se aplican en el proceso.

10.9 MUESTRA 17, MUESTRA 18 Y MUESTRA 19

Se prosigue con el análisis de los resultados de las últimas tres muestras (Tabla 39), estas muestras vienen del proceso de cloración (muestras 14,15 y 16)

respectivamente que a su vez viene de los filtros catalizadores (muestras 11,12 y 13) respectivamente, es decir el agua contaminada que estamos tratando primero debe pasar por el filtro catalizador, después ingresar al proceso de cloración y por ultimo debe seguir al filtro de carbón activado. Estas muestras son de distintos filtros de carbón activado para así, lograr medir la mayor efectividad entre estos tres filtros.

Tabla 39- Resultados de la muestra 17, 18 y 19

Muestras	DOppm	pH	pHm V	°C	atm	cm	μS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 17	7,79	3,59	160,1	15,56	0,7314	34	29300	18,17	18,16	19,1	115,3
Muestra 18	8,13	3,98	139,4	15,91	0,7314	47	21410	13,27	12,9	44,4	114,9
Muestra 19	7,25	3,83	14,7	16,06	0,7313	51	19600	12,15	11,72	48,8	106,8

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

DOppm:

- ✓ Se tiene como resultado para la muestra 17: 7,79 ppm, para la muestra 18: 8,13 ppm y para la muestra 19: 7.25 ppm; la muestra con mayor partículas de oxígeno es la muestra 18, ubicándose en la escala de pura.

PH:

- ✓ Para la segunda prueba la variación de pH entre las tres muestras no es de impacto, aun así cualquiera de las tres muestras que se escoja en esta prueba no representará un cambio importante, conforme a esto, la muestra 17 reporta un pH de: 3,59, la muestra 18 reporta un pH de: 3,98 y la muestra 19 reporta un pH de 3,83; en conclusión se escoge la muestra 18 para esta prueba siendo la que más se acerca a un pH neutro.

PHmV:

- ✓ En la muestra 17 observamos que la cantidad de peachimetros en vatios es de 160,1, en la de la muestra 18 es de: 139,4 y en la muestra 19 es de: 14,7, Entre las tres la que cuenta menor potencia es la muestra 19, por esta razón se escoge la muestra 19 para esta prueba.

µS/cm; Tds ppt y Sal:

- ✓ Los resultados en las tres muestras (17, 18 y 19) de estas tres pruebas (µS/cm; Tds ppt y Sal) sus resultados se encuentran demasiado altos y esto se debe a la concentración de cloruros que se le aplicaron en proceso anterior, sin embargo se evidencia que la Muestra 19 es la que menos valores reporta en las tres pruebas a las que aplica, sin embargo se encuentran demasiado alta, por esto es necesario agregar otro componente al filtro de carbón que permita reducir la concentración de TDS y Sal

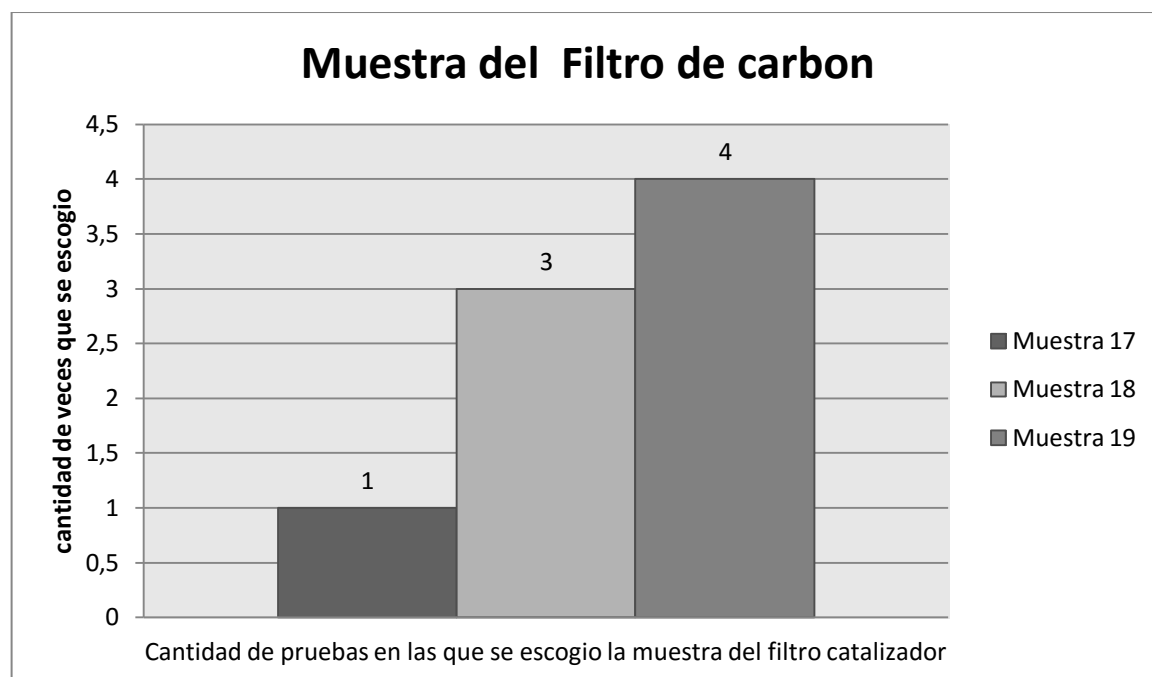
ORP:

- ✓ En la muestra 17 se observa el valor: 19,1, para la muestra 18 se observa: 44,4 y para la muestra 19 se observa: 48,8; según esto es necesario que en esta prueba Redox, se escoja la muestra con mayor oxidación y sea la óptima para balancear el pH, de modo que se escoge la muestra 18 para esta prueba.

DO%:

- ✓ El % de saturación de oxígeno para la muestra 17 es de: 115,3 y se encuentra en el rango de calidad buena, para la muestra 18 es de: 114,9 y se ubica en el rango de calidad buena y para la muestra 19 es de: 106,8 ubicándose de igual manera a la anterior en el rango de calidad buena; por eso se escoge la muestra 17 ya que es la que cuenta con un porcentaje de saturación de oxígeno más alto.

Grafica 8- Comparación de la cantidad de pruebas que supero cada filtro de carbón activado con respecto a los otros según los resultados enviados al laboratorio químico de las muestras 11, 12 y 13



Fuente: elaborada por el investigador según los resultados analizados de las muestras enviadas al laboratorio químico

Resultado: Para concluir la muestra 19 (filtro de carbón #3) es el más eficiente según todos los resultados concluidos.

Debido a que el material no muestra deterioros altos después de una filtración constante y por varios días, como mantenimiento preventivo se cambiara mensualmente todos sus componentes.

Y todos estos materiales después de usarlos y sean cambiados, serán enviados a la empresa Descont⁷ la cual se ocupara de la recolección y disposición final de todos estos componentes.

⁷ Véase en la página web de la empresa Descont, Gestión ambiental de residuos

Adicionalmente en el laboratorio químico se le realizó pruebas de Color y Turbidez (tabla 40), a las muestras 17, 18 y 19, que son las de los filtros de carbón #1, #2 y #3 respectivamente, y se observa en la siguiente tabla:

Tabla 40- Resultados de turbidez y color de los filtros de carbón

FILTRO	COLOR	TURBIDEZ
Filtro de carbon 1	338 ppm	28,28 FAU
Filtro de carbon 2	216 ppm	18,82 FAU
Filtro de carbon 3	219 ppm	20,33 FAU

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

10.10 COLOR

Según la tabla anterior, los resultados del filtro de carbón #2 es de: 216 ppm ubicando el grado de dureza del agua en media; para el filtro de carbón #3 es de: 219 ppm de igual manera ubicándolo en el grado de dureza media, de ahí que cualquiera de los dos filtros es ideal para usarse en el proceso, pero el filtro de carbón #1 queda descartado para su operación ya que presenta 338 ppm esto quiere decir que el agua es muy dura y no sirve para la humectación por tanto puede presentar problemas en las tuberías o conductos por donde circule.

10.11 TURBIDEZ

Como nuestro proyecto no se basa en que el agua sea para el consumo humano (potable), en la medida en que se registre los menores valores y se aproximen a 5 UTN sirven y son aceptables, dicho esto encontramos que en el filtro de carbón #2 y en el filtro de carbón #3 sus medidas son de 18.82 y 20.33 FAU

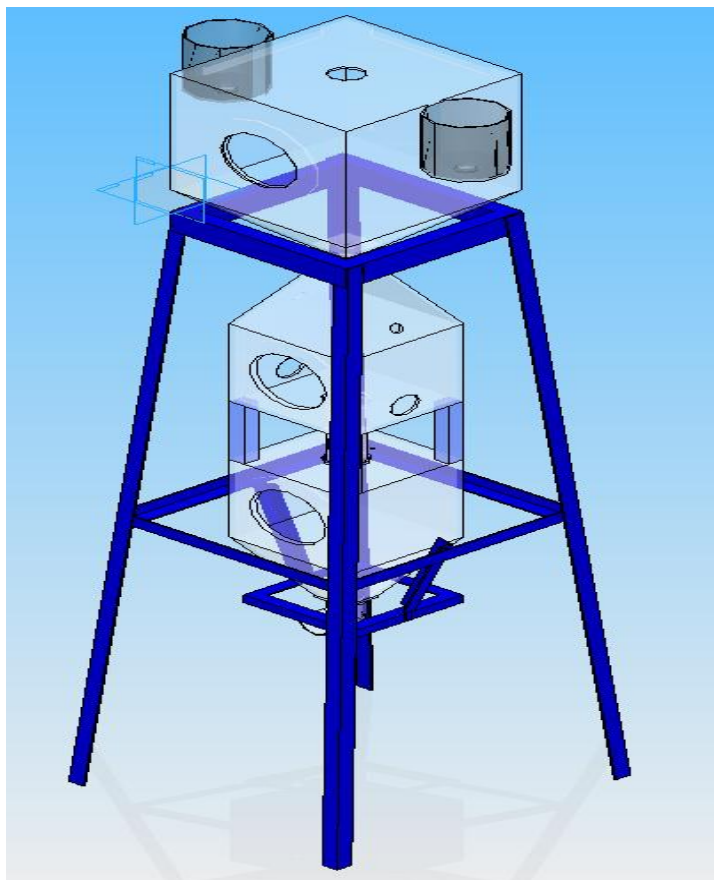
respectivamente estos resultados están levemente cercanos y por esto, se puede escoger cualquiera de estos dos filtros de carbón, pero en el Filtro de carbón #1 la medida está muy elevada, por tal razón se descarta la utilización en el proceso del filtro de carbón #1.

11. PROTOTIPO

11.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Con base en la investigación realizada se ha determinado que los filtros deben ir de manera cónica de la siguiente forma, el primer filtro (Filtro catalizador) fue estructurado en forma piramidal con sentido inverso, y de esta forma lograr cumplir con las necesidades de todos los materiales que lo componen, el segundo filtro (Proceso de cloración) debe ir en forma piramidal en sentido normal y el tercer filtro (Filtro de carbón) debe ser en forma piramidal en sentido inverso, para explicar de forma más clara se puede observar el prototipo que se muestra a continuación (Imagen 38):

Imagen 38- Modelación del prototipo



Diseño elaborado por el investigador, todos los planos de la estructura se pueden observar en los anexos 24, 25, 26, 27, 28 y 29

Este diseño es propuesto por el investigador y se elaboró junto con la empresa de acrílicos que lo fabrico cumpliendo con las necesidades de todos los procesos de filtración

11.2 INSTALACIÓN DE MECANISMOS ELECTRÓNICOS

El filtro se elaboró para que fuera totalmente automatizado, es decir ingresa el agua contaminada por la parte superior y sale filtrada y renovada por el conducto final, según esto el primer proceso en la parte superior encontramos el filtro catalizador luego el agua es conducida al proceso de cloración el cual se maneja de forma electrónica y totalmente automático, de la siguiente manera, para controlar que se ingresen los 2 litros necesarios para iniciar con el proceso se colocó una electroválvula que controla el paso del agua, se elaboraron dos sensores de capacidad que abren y cierran el paso del agua cuando entra al proceso y cuando finaliza, los químicos se aplican en las cantidades necesarias también controladas por electroválvulas, al ocurrir esto se activan los motores para mezclar los químicos, luego de un lapso de tiempo de mezcla, se activa la última electroválvula ubicada en la parte inferior y da paso para que el agua continúe al tercer proceso del filtro de carbón, y finalmente sale el agua renovada y lista para reutilizarse en el proceso, cabe aclarar que todo se maneja con micro controladores montados en un circuito electrónico.

12. CONCLUSIONES

12.1 COMPOSICIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

Con base en la investigación realizada, se ha concluido que el sistema de filtración debe ser elaborado en tres procesos muy importantes.

En el primer proceso se usará un filtro de catalización con los materiales y cantidades concluidas del análisis de las muestras de agua se define como es el filtro ideal de catalización para lograr una mayor efectividad y está compuesto por las siguientes cantidades:

- + 300 Gramos de gravilla mona
- + 50 gramos de carbón mineral sin triturar y 12.5 gramos de carbón pulverizado
- + 100 gramos de arena para sandblasting
- + 100 gramos de tierra negra
- + 500 gramos de arena para sandblasting y 500 gramos de gravilla mona

Luego para el segundo proceso debe ser la cloración, y con base en la investigación realizada, es necesario mezclar 12 ml de ácido muriático, 5 gramos de cloro y 5 gramos de sulfato de aluminio para lograr una mayor efectividad en el proceso.

Y para el tercer proceso se debe construir un filtro de carbón activado y es necesario agregarle otro componente que disminuya las sales y TDS para lograr una agua filtrada de alta calidad, es así que se agregara una capa de Arena para sandblasting de 100 gramos para disminuir estos parámetros, ya que en el caso de los resultados la muestra 05 fue la que reporto la menor cantidad de TDS y sales de todos los compuestos analizados.

Y con base en estos resultados ya se puede elaborar el diseño del prototipo que cumpla con las necesidades anteriores.

12.2 CANTIDAD DE AGUA QUE SE RENUEVA

Como conclusión final se encuentra que al realizar las pruebas al prototipo realizado el agua que se renueva se mide de la siguiente manera:

- ✓ Por cada 2,3 litros de agua que ingresan al prototipo se renuevan 1.8 litros de agua, es decir, estos litros que se renuevan son los que se encuentran listos para reusar en el mismo proceso, determinando así que se está renovando el 78% del agua consumida en el proceso y que un 22% se está perdiendo entre los procesos de renovación del agua, junto con los agentes contaminantes que la afectan de manera directa.

Ya que es un prototipo y el diseño esta sujeto a cambios para su implementación este modelo no cumple con las necesidades de la empresa en renovar grandes cantidades de agua a velocidades que se necesiten

12.3 CONTAMINACIÓN DISMINUIDA

La contaminación con la que proviene el agua de la empresa Rectificadora de Motores Velázquez, se denota un cambio drástico entre el agua antes de entrar y después de salir de los sistemas de filtración cambios que permiten evidenciar lo que se logró con el proyecto.

Muestras	DOppm	pH	pHm V	µS/cm	tdsppt	Sal	ORP	DO%
Muestra 00	2,56	12,43	293,7	10060	6,239	5,7	-238,6	38,2
Muestra 19	7,25	3,83	14,7	19600	12,15	11,72	48,8	106,8

Fuente: Tabla de resultados de las muestras enviadas por el laboratorio químico

La muestra 00 se está comparando con la muestra 19 para explicar la contaminación que se disminuye en los dos principales resultados:

Las muestras están compuestas de la siguiente manera:

Muestra 00: Es la que se toma directamente del proceso de lavado de motores.

Muestra 19: Es la resultante del sistema de filtración que en primer lugar pasa por el Filtro catalizador de la muestra #11, luego pasa por la cloración de la muestra #14 y para finalizar pasa por el Filtro de carbón de la muestra #19 (los datos exactos de la composición de las muestras se pueden verificar en el numeral 9.2 toma de muestras)

Según esto la contaminación se disminuye así:

- ✓ **DOppm:** en comparación de las dos muestras, la muestra 19 nos muestra que se encuentra en un rango de agua pura con 7,25 partículas por millón de oxígeno y esto nos indica que en esta agua se puede albergar, y desarrollar vida animal.
- ✓ **pH:** al encontrar el agua en un pH en la escala de 3,83 nos indica que es un poco acida el agua pero esta se puede ir a las cañerías y tuberías del acueducto sin generar ningún tipo de efecto nocivo al medio ambiente, y de igual manera también se puede reutilizar en el proceso y para cualquier función exceptuando el consumo humano ya que no es apta debido a la cantidad de sales que contiene.

12.4 TIEMPO DEL PROCESO

- ✓ El tiempo que tarda el prototipo en filtrar por todos sus procesos el agua contaminada y renovarla es de aproximadamente 20 minutos por cada 2,3 litros de agua que ingresen.

12.5 COSTO BENEFICIO

- ✓ Se realizó una medición en el tanque subterráneo donde cae el agua residual antes de ir al alcantarillado en el proceso de lavado de motores y se determinó que: para el lavado de un motor es necesario 200L de agua, si se lavan 15 motores al día y son 25 días que trabajan al mes, se realiza la multiplicación con estos tres datos obteniendo como resultado un consumo mensual promedio de 75000 L de agua para el proceso de lavado de motores.
- ✓ La factura del acueducto de Bogotá se mide en metros cúbicos, y un metro cúbico equivale a 1000L; como ya se calculó que son 75000L los que se consumen al mes, este valor se divide sobre el valor del metro cúbico en litros, es decir 75000L se divide en 1000L y se obtiene como resultado 75 metros cúbicos de consumo mensual.
- ✓ Según la factura del acueducto y alcantarillado de Bogotá, para esta empresa su metro cúbico de agua cuesta \$3250 pesos; si se multiplica este valor por el consumo promedio en metros cúbicos se hallará el costo de la factura mensual, es decir si \$3250 pesos se multiplica por 75 metros cúbicos se obtendrá un valor de \$240.000 pesos, y este será el costo mensual promedio en el proceso de lavado de motores.
- ✓ Si el costo de construcción del sistema de filtración cuesta \$1'800.000 pesos y el costo promedio es de \$240.000 pesos, es necesario dividir estos valores y se calculará el tiempo en el cual se recuperará la inversión total, es decir \$1'800.000 se divide en \$240.000 y se obtiene un valor de 7.5; esto quiere decir que en siete meses y medio se recuperará la inversión de la construcción del prototipo, siendo totalmente viable el desarrollo del proyecto.

13. BIBLIOGRAFÍA

- A. a. (2012). *Tarifas 2012*. Bogotá.
- Academia. (2010). *Contaminación del agua, problemas y soluciones*.
- Agualite. (18 de 12 de 2013). *Agualite, sistemas de purificacion*. Recuperado el 29 de 09 de 2016, de ¿Que son TDS o total de solidos disueltos en el agua?: <https://agualite.wordpress.com/2013/12/18/que-son-los-tds-o-total-de-solidos-disueltos-en-el-agua/>
- Ambientum. (2003). Carbon activado en el tratamiento de aguas. *Revista ambientum* , 24.
- America), P. N. (14 de 02 de 2009). *Proquest*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Prospero Group consigue un nuevo acuerdo y se convierte en el principal desarrollador de mercado de purificación de agua: <http://biblioteca.libertadores.edu.co:2095/docview/447278578/B7E9198B7C864DBBPQ/3?accountid=48891>
- America), P. N. (27 de 07 de 2015). *Proquest*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Merck Millipore presenta los nuevos sistemas de purificación de agua: <http://biblioteca.libertadores.edu.co:2095/docview/1648311735/B7E9198B7C864DBBPQ/4?accountid=48891>
- Angulo, A. J. (1998). *Metodos combinados de tratamiento de agua para el control de formacion de thrialometanos*. Puerto Rico: UMI Microform.

- APHA, & AWWA. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid: Diaz de Santos.
- Cairns, H. B. (2006). *DESINFECCION DE AGUA POR MEDIO DE LUZ ULTRAVIOLETA*. Ontario.
- Carbotecnia. (s.f.). *Carbotecnia*. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de Zeolita natural filtrante: <http://www.carbotecnia.info/producto/medio-zeolita-natural-filtrante/>
- Cemento, C. &. (05 de 06 de 2014). *Ciencia y cemento*. Recuperado el 22 de 04 de 2016, de Depuracion del cloro en piscinas; del cloro y el pH a la Cloracion Salina : <http://wp.cienciaycemento.com/depuracion-piscinas-cloracion-salina/>
- Cristal, U. d. (30 de 07 de 2014). *Urna de cristal*. Recuperado el 24 de 09 de 2015, de Asi funcionaran las sanciones para quienes desperdicien agua: <http://www.urnadecristal.gov.co/gestion-gobierno/sanciones-deperdicio-agua>
- Daniela Castrillón Bedoya, M. d. (2012). *DETERMINACIÓN DE LAS DOSIS ÓPTIMAS DEL COAGULANTE SULFATO DE ALUMINIO GRANULADO TIPO B EN FUNCIÓN DE LA TURBIEDAD Y EL COLOR PARA LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE VILLA SANTANA*. Pereira.
- EcuRed. (2002). *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. Recuperado el 10 de 10 de 2016, de Carbon mineral: https://www.ecured.cu/Carb%C3%B3n_mineral

- Expoknews. (16 de 05 de 2011). *Expoknews* . Recuperado el 24 de 09 de 2015, de Empresa Odis puede reciclar el 70% de su Agua: <http://www.expoknews.com/empresa-odis-pueden-reciclar-70-del-agua/>
- Foundation, G. H. (2007). *Koshland Science Museum* . Recuperado el 15 de 04 de 2016, de Sistemas de filtracion : <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>
- Greenpeace. (2010). *Greenpeace Colombia* . Recuperado el 24 de 09 de 2015, de Agua: <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>
- guerra, T. (s.f.). *eHow*. Recuperado el 12 de 04 de 2016, de Informacion sobre filtros Intex tipo A : http://www.ehowenespanol.com/informacion-filtros-intex-tipo-info_246685/
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá.
- InfoAgro. (2008). *InfoAgro*. Recuperado el 16 de 09 de 2016, de Conductividad electrica : http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53
- jhosua, D. (s.f.). *Academia* . Recuperado el 01 de 04 de 2016, de Contaminacion del Agua problemas y soluciones : http://www.academia.edu/11068610/Contaminacion_del_agua_problemas_y_soluciones

- Lenntech. (2012). *Lentech*. Recuperado el 24 de 09 de 2015, de Que es la Osmosis inversa: <http://www.lenntech.es/biblioteca/osmosis-inversa/que-es-osmosis-inversa.htm>
- Lezcano, J., & Baranza, C. (25 de 05 de 2011). *Contaminacion del agua aire y tierra*. Recuperado el 15 de 02 de 2016, de Contaminacion del agua aire y tierra: <http://contaminaciondelaguaaireytierra.blogspot.com.co/>
- Likuid. (2008). *Aguas residuales*. Asistencia tecnica.
- Limpiology. (2013). *Limpiology*. Recuperado el 29 de 09 de 2016, de ¿Que es el pH?: <http://www.limpiology.es/que-es-el-ph/>
- Menorca, B. (2011). *Bonsai menorca*. Recuperado el 27 de 08 de 2016, de Parametros de Calidad de las Agua de Riego : <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/?style=printme>
- miamiconservacy. (2004). *wáter Quality parameters measured*. Obtenido de <http://www.horiba.com/us/en/process-environmental/products/water-quality-measurement/>
- Molina. (11 de 2014). *¿Ques es y de donde proviene el carbon?* Recuperado el 10 de 10 de 2016, de Porque como y donde: <http://www.porquecomoydonde.net/2014/11/que-es-y-de-donde-proviene-el-carbon.html>
- Mora, P. Z. (2010). *Academia*. Recuperado el 28 de 04 de 2016, de Propiedades de las sustancias empleadas:

http://www.academia.edu/9354558/PROPIEDADES_DE_LAS_SUSTANCIAS_EMPLEADAS


- NOHCEL. (11 de Abril de 2014). *PROQUEST* . Recuperado el 14 de Abril de 2016, de Colombia pierde 4 puntos del PIB al año por fallas ambientales :<http://biblioteca.libertadores.edu.co:2095/docview/1514727385/D8C66811ED7A4C0APQ/1?accountid=48891>
- NoticiasFinancieras. (10 de 06 de 2005). *Proquest*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Pall dona sistema de purificacion de agua potable para las victimas del tsunami; [Source: Business Wire Latin America]: <http://biblioteca.libertadores.edu.co:2095/docview/466098065/B7E9198B7C864DBBPQ/1?accountid=48891>
- NoticiasFinancieras. (06 de 03 de 2006). *Proquest*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Procter & Gamble trabaja con ONGs para crear sistemas de purificacion de agua; [Source: Expansion]: <http://biblioteca.libertadores.edu.co:2095/docview/467732257/B7E9198B7C864DBBPQ/2?accountid=48891>
- Paredes, M. J. (2013). *USMP*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Importancia del agua: http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html?TB_iframe=true&height=550&width=500
- Policarbonato, A. y. (2008). *Acrilico y policarbonato*. Recuperado el 15 de 07 de 2016, de Propiedades del Acrilico: <http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico-propiedades.html>

- Practica, T. E. (05 de 05 de 2005). *Terra*. Recuperado el 15 de 04 de 2016, de los filtros domesticos de Carbon activado: <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-filtros-domesticos-de-carbon-activo>
- R. t. (2015). *Red textil Argentina*. Recuperado el 10 de 10 de 2016, de Fibra de algodón: <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-diseno/fibras-vegetales/226-fibra-de-aldodon/56-fibra-de-aldodon>
- ramirez, F. (2014). *El agua potable*. Recuperado el 28 de 09 de 2016, de Que es ORP potencial Redox y para que sirve: <http://www.elaguapotable.com/Que%20es%20el%20ORP%20o%20potenci al%20REDOX%20y%20para%20que%20sirve.pdf>
- Raymond Chang, K. A. (2013). *Quimica (11a edicion)*. Mc Graw Hill.
- Samaniego, J. L. (2015). *primera reunion del comite de negociacion del acuerdo regional sobre el acceso a la informacion, la participacion publica y el acceso a la justicia en asuntos abientales en america latina y el caribe .*
- Solutions, A. (2008). *aqsolutions*. Recuperado el 18 de 03 de 2016, de La Construccin de un Sistema de Tratamiento Portatil Usando Materiales Locales: <http://www.aqsolutions.org/images/2013/03/portable-water-system-handbook-spanish.pdf>
- T. p. (2013). *Toledo Piscinas*. Recuperado el 23 de 04 de 2016, de Reducir el pH del agua: <http://www.toledopiscinas.es/mantenimiento/mantenimiento-agua/reducir-ph-agua-piscina>
- Thorndike. (1922). *Ley de efecto*.

- Unad. (2016). *Datateca Unad*. Recuperado el 19 de 03 de 2016, de Leccion 9. aguas residuales Industriales: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358022/contenidoLinea/leccin_9_aguas_residuales_industriales.html
- Unesco. (2003). *Agua para todos Agua para la vida*. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos en el mundo: <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Vidal, L. (21 de 12 de 2015). *La bioguia*. Recuperado el 18 de 02 de 2016, de Como hacer un filtro purificador de agua casero : <http://www.labioguia.com/notas/como-hacer-un-filtro-purificador-de-agua-casero>
- W. h. (2015). *Driking wather*.
- wikihow. (2012). *Como hacer un filtro de agua*. Obtenido de <http://es.wikihow.com/hacer-un-filtro-de-agua>
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Recuperado el 2015 de 09 de 24, de Agua: https://es.wikipedia.org/wiki/Agua#La_depuraci.C3.B3n_del_agua_para_ber
- Wikiwater. (2014). *Wikiwater*. Recuperado el 22 de 03 de 2016, de El tratamiento del agua por filtracion lenta en arena para uso familiar: <http://www.wikiwater.fr/e21-el-tratamiento-del-agua-por.html>

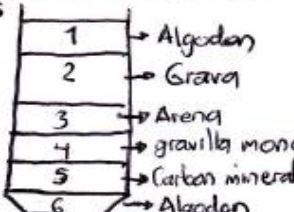
14. ANEXOS

Anexo 1- Datos recogidos del filtro catalizador #1

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #1	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodon, este es el primer material del filtro de arriba hacia abajo	Suficiente para cubrir la superficie 100gr aprox
MATERIAL 2	Carbon mineral, el carbon en-particulas pequenas se usa, suficiente para cubrir la superficie	75gr aprox
MATERIAL 3	Tierra negra, se usa tierra negra sin abon para ayudar a filtrar particulas pequenas	100gr aprox
MATERIAL 4	Gravilla mena, se usa gravilla para ayudar a devolver el color transparente al agua	200gr aprox
MATERIAL 5	Carbon mineral, el carbon en particulas pequenas se usa para devolver minerales al agua contaminada	100gr aprox
MATERIAL 6	Algodon, se usa para que el sistema de goteo del agua se filtre a traves de sus delgadas fibras	50gr aprox
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS: El algodón como material 1 se contamina demasiado al recibir directamente el agua contaminada, la tierra hace retardar el proceso, la gravilla ayuda perfectamente al proceso aunque también retarda el proceso, cuando el agua pasa por el material 5 (carbon mineral), no toda el agua hace contacto con el carbon se escapa por unos lados; para que salga la misma cantidad de agua que ingresa tarda 10 min aprox		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <ul style="list-style-type: none"> → Algodon, presente en el material 6 Gotea mas rapido a mayor cantidad de agua → El agua sale con un pH de 11, todavia no es suficiente para reutilizarla, el agua contaminada tiene un pH 13. </div> </div>		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 2- Datos recogidos del filtro catalizador #2

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #2	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodon, este es el primer material de arriba hacia abajo y sirve para que pase el agua con menos particulas	78gr aprox
MATERIAL 2	Grava, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	100gr aprox
MATERIAL 3	Arena, este material se usa en la construccion y se necesita que detenga particulas solidas pequenas	100gr aprox
MATERIAL 4	Gravilla mona, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	200gr aprox
MATERIAL 5	Carbon mineral, el carbon en particulas pequenas se usa para devolver minerales al agua contaminada	100gr aprox
MATERIAL 6	Algodon, se usa para que el sistema de goteo del agua se filtre a traves de sus delgadas fibras	50gr aprox
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS: El algodón (material 1) se contamina demasiado al recibir de forma directa el agua contaminada, la grava no hace contacto directo con el agua no es tan optimo como la gravilla, la arena para construccion como (material 3) no deja pasar el agua de forma continua, se detiene el proceso y se hace demasiado lento, la gravilla funciona de manera optima, el carbon (material 5) no hace contacto directo con toda el agua que pasa por él; tarda el proceso mas de 20 min aprox		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ El agua sale con un pH de 11 partiendo que entra con un pH de 13, pero se observa que se disminuyen las particulas que habitan al ingresar el agua por el filtro.</p> </div> </div>		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 3- Datos recogidos del filtro catalizador #3

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #3	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodon, este es el primer material de arriba hacia abajo y sirve para que pase el agua con menos partículas	75gr aprox
MATERIAL 2	Gravilla fina, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	200gr aprox
MATERIAL 3	Carbon mineral, el carbon en partículas pequeñas y medianas se usa para devolver minerales al agua contaminada	100gr aprox
MATERIAL 4	Arena para sandblasting, esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena de construcción	100gr aprox
MATERIAL 5	Gravilla fina, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	200gr aprox
MATERIAL 6	Carbon mineral, el carbon en partículas pequeñas y medianas se usa para devolver minerales al agua contaminada	100gr aprox
MATERIAL 7	Algodon, se usa para que el agua pase a través de sus delgadas fibras reteniendo partículas sólidas	50gr aprox
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS El algodón como (material 1) se contamina demasiado y deja de aportar sus habilidades en la filtración, la cantidad de gravilla continua retardando el proceso, se usa una capa arriba de carbon y al final otra con la intención de que toda el agua realice contacto con este material, pero aun no es 100% efectivo de que hagan contacto, y el ultimo algodón como (material 7) responde bien a los pruebas solo cambia su color; en el (material 4) se uso arena de menor densidad y se logio con el requerimiento de que defenga partículas sin afectar la velocidad de bajada del agua por el filtro		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ El agua tiende a ser mas clara a controlz con el sol pero aun sigue teniendo el pH en 11</p> </div> </div>		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 4- Datos recogidos del filtro catalizador #4

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #4	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Tela, grabise de algodón para que no se contamine demasiado y ayude a retener partículas	80 gr aprox
MATERIAL 2	gravilla fina, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	200 gr aprox
MATERIAL 3	Tierra negra sin abono, se usa para ayudar a dissolver partículas pequeñas en el agua contaminada	100 gr aprox
MATERIAL 4	Arena para sandblasting, esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena de construcción	100 gr aprox
MATERIAL 5	Carbon vegetal, se usa para filtrar partículas a través de sus poros	100 gr aprox
MATERIAL 6	Algodón, se usa para que el agua gotee a través de sus delgadas fibras reteniendo partículas sólidas	50 gr aprox
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS Se sustituyo el algodón por tela 70% hecha de algodón y 30% material sintético afecta de manera positiva la filtración permitiendo contrarrestar el desgaste del material al momento de filtrar la tierra que se usó como (material 3) retrasa el proceso; el carbon vegetal como (material 5) no detiene las suficientes partículas contaminantes del agua, y tiende a tomar un color amarillito.		
OBSERVACIONES		
<div><div><div>1</div><div>→ Algodón</div></div><div><div>2</div><div>→ Gravilla fina</div></div><div><div>3</div><div>→ Tierra negra</div></div><div><div>4</div><div>→ Arena para sandblasting</div></div><div><div>5</div><div>→ Carbon vegetal</div></div><div><div>6</div><div>→ Algodón</div></div></div> <div><div>→ El agua continúa saliendo con un pH de 11 pero después de este filtro se nota más oscura</div></div>		

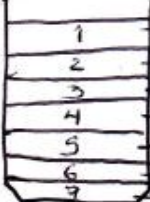
Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 5- Datos recogidos del filtro catalizador #5

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #5	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	tela en base de algodón, se usa para que no se contamine demasiado y ayude a retener partículas.	40 gr aprox
MATERIAL 2	Gravilla mena, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	200gr aprox
MATERIAL 3	Tierra negra sin abono, se usa para ayudar a disolver partículas pequeñas en el agua contaminada.	100gr aprox
MATERIAL 4	Gravilla mena, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	100gr aprox
MATERIAL 5	Arena para sandblasting, esta arena se usa para marcar vidrios y su densidad es menor a la arena de construcción.	100gr aprox
MATERIAL 6	Carbon mineral, el carbon en partículas pequeñas y medianas, se usa para devolver minerales al agua contaminada	50gr aprox
MATERIAL 7	Carbon pulverizado, el carbon mineral se tritura y su polvo ayuda a la capa de carbon realizando la filtración	20 gr aprox
MATERIAL 8	Algodón, se usa para que al agua que lee a través de sus delgadas fibras reteniendo partículas sólidas	50gr aprox
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS Se disminuye la cantidad de tela y mejoro el sistema de filtración, se debe disminuir la cantidad de tierra sin abono (material 3) retarda el proceso de filtración; Se mezo por gravedad y casualidad el (material 4) y (material 5) y acelero el proceso de filtración, ya que el carbon no cubria toda la superficie del filtro se toma como opcion triturar y en la capa de carbon rellenar con carbon pulverizado y mejoro el proceso de filtración el proceso duro aprox 8 min en salir la cantidad de agua que entro. cabe aclarar que durante el proceso se ingresa 2 cantidades de agua		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ Alcanza a disminuir el pH de 13 que es el inicial a 10.</p> <p>→ A lo largo de la experimentación se nota que se alcanzan a perder una 1/3 del agua que ingresa al proceso</p> </div> </div>		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 6- Datos recogidos del filtro catalizador #6

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO CATALIZADOR		
PRUEBA #6	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	hela un base de algodón, se usa para que no se contamine demasiado y ayude a retener partículas	30gr aprox
MATERIAL 2	Gravilla fina, Se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	100gr aprox
MATERIAL 3	Tierra negra sin abono, Se usa para ayudar a disolver partículas pequeñas en el agua contaminada	50gr aprox
MATERIAL 4	Gravilla fina y arena para sandblasting, esta mezcla de los materiales ayuda a retener mas partículas	100gr gravilla 100gr Arena
MATERIAL 5	Carbon mineral, el carbon en partículas pequeñas, y medianas, se usa para devolver minerales al agua contaminada	50gr aprox
MATERIAL 6	Carbon pulverizado, el carbon mineral se tritura y su polvo ayuda a la capa de carbon realizando la filtración	12.5 gr aprox
MATERIAL 7	Algodón, Se usa para que el agua gotee a traves de sus dobladas fibras reteniendo partículas sólidas	50gr aprox
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS Se disminuyo la tela y se encuentra que es la suficiente para cubrir la superficie de la capa y aumentó la velocidad de filtración. Se redujo la cantidad de gravilla en el (material 2) y no retrasó el proceso la tierra sigue ralentizando el proceso de filtración y aun disminuyendo su cantidad; Se mezcló la gravilla y la arena y funcionó sin problemas, al igual que el (material 4) se mezcló el carbon pulverizado y el carbon mineral en una sola capa para aumentar su efectividad		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  <ul style="list-style-type: none"> 1 → Algodón 2 → Gravilla fina 3 → Tierra negra 4 → gravilla fina y arena para sandblasting 5 → Carbon mineral 6 → Carbon pulverizado 7 → Algodón </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <p>→ Ya que el pH del agua no desciende mas de 10, se incluíra otra etapa en la filtración para intentar lograr el objetivo</p> </div> </div>		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 7- Datos recogidos de la prueba química #1

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
QUIMICOS		
PRUEBA #1	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
QUIMICO 1	el pH inicial del agua contaminada es de 13 entonces se usa acido muriatico para disminuirlo y poder aplicar el cloro y el sulfato	15 ml de acido muriatico
QUIMICO 2	se usa cloro pulverizado ya que es el quimico que comunmente se usa en las piscinas	15gr de cloro pulverizado
QUIMICO 3	Sulfato de aluminio que al combinarse con el cloro limpian y desinfectan el agua	15gr de sulfato de aluminio
QUIMICO 4		
QUIMICO 5		
QUIMICO 6		
QUIMICO 7		
QUIMICO 8		
QUIMICO 9		
QUIMICO 10		
RESULTADOS → El envase plastico donde se estaba realizando la prueba, al aplicar los materiales, y revolverlos se empieza a calentar y a medida de que se mezclaban generaron combustion expandiendo en forma de erupcion al agua contaminada.		
OBSERVACIONES → Se toma inicialmente 250 ml de agua contaminada para la prueba sin ningun tipo de tratamiento anterior → el olor que emite el cloro y el sulfato de aluminio es muy alto genera ardor en los sentidos faciales se debe disminuir la cantidad de quimicos		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 8- Datos recogidos de la prueba química #2

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
QUIMICOS		
PRUEBA #2	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
QUIMICO 1	Acido muriatico, el agua contaminada viene con un pH inicial de 13 es necesario para aplir los quimicos reducirlo	15ml de acido muriatico
QUIMICO 2	Nonifend, Químico usado para separar aceites del agua	15ml Nonifend
QUIMICO 3	Cloro pulverizado, se usa para limpiar el agua eliminando microorganismos	5gr de cloro pulverizado
QUIMICO 4	Sulfato de aluminio, al mezclarse con el cloro, generan combustion y limpian y desinfectan el agua	5gr de sulfato de aluminio
QUIMICO 5		
QUIMICO 6		
QUIMICO 7		
QUIMICO 8		
QUIMICO 9		
QUIMICO 10		
RESULTADOS Al mezclarse los quimicos desde el 1 al 4 respectivamente aplicados en ese orden, se genera combustion y el vaso donde se realiza el experimento se calienta demasiado		
OBSERVACIONES → el olor que emiten los químicos es fuerte pero soportable. → Es necesario un proceso antes de la aplicación de químicos ya que por la cantidad de contaminantes genera combustion		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 9- Datos recogidos de la prueba química #3

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
QUIMICOS		
PRUEBA #3	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
QUIMICO 1	Acido murático, el agua saliente del filtro catalizador viene con un pH de 10. Se aplica acido murático para balancearlo	12 ml de acido murático
QUIMICO 2	Nonipenol, químico usado para separar aceites del agua	15 ml de Nonipenol
QUIMICO 3	Cloro pulverizado, Se usa para limpiar el agua eliminando microorganismos	5gr de Cloro pulverizado
QUIMICO 4	Sulfato de aluminio, al mezclarse con el cloro, generan combustión y limpian y desinfectan el agua	5gr de Sulfato de Aluminio
QUIMICO 5		
QUIMICO 6		
QUIMICO 7		
QUIMICO 8		
QUIMICO 9		
QUIMICO 10		
RESULTADOS Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el nonipenol toma un estado solido tendiendo a ser grueso, como una gelatina, e imposibilita el aplicar los demás químicos		
OBSERVACIONES → Se toma el agua después de salir del filtro catalizador y se empieza a tratar con los químicos		

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 10- Datos recogidos de la prueba química #4

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
QUIMICOS		
PRUEBA #4	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
QUIMICO 1	Acido muriatico, El agua saliente del filtro catalizador viene con un pH de 10, se aplica acido muriatico para balancearlo	12 ml de Acido Muriatico
QUIMICO 2	Cloro pulverizado, Se usa para limpiar el agua eliminando microorganismos	5gr de Cloro Pulverizado
QUIMICO 3	Sulfato de aluminio, Al mezclarse con el cloro, generan combustion que limpia y desinfecta el agua	5gr de Sulfato de Aluminio
QUIMICO 4	Clorin, ayuda a devolver el color transparente al agua	15ml de Clorin
QUIMICO 5		
QUIMICO 6		
QUIMICO 7		
QUIMICO 8		
QUIMICO 9		
QUIMICO 10		
RESULTADOS Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el quimico 2. y el quimico 3, se genera una corta espuma al disolvertos y el agua se torna a un color gris se esperan 5 min y todos los contaminantes que afectan al agua flotan en su parte superior; Se aplica el clorin para intentar diluir todo y que tome el agua un color transparente, pero no se ve mayor afectación y por el contrario se torna mas grasosa el agua		
OBSERVACIONES <ul style="list-style-type: none"> → El agua con la que se experimento sale del filtro catalizador como proceso anterior → El agua cuando se aplica el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio se separa de los contaminantes es necesario separarlos despues de mezclar bien los quimicos 		


Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 11- Datos recogidos de la prueba química #5

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
QUIMICOS		
PRUEBA #5	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
QUIMICO 1	Acido muratico, El agua saliente del filtro catalizador viene con un pH de 10, se aplica acido muratico para balancearlo	12 ml de Acido Muratico
QUIMICO 2	Cloro pulverizado, Se usa para limpiar el agua eliminando microorganismos	5gr de Cloro Pulverizado
QUIMICO 3	Sulfato de aluminio, Al mezclarse con el cloro, generan combustion que limpia y desinfecta el agua	5gr de Sulfato de Aluminio
QUIMICO 4		
QUIMICO 5		
QUIMICO 6		
QUIMICO 7		
QUIMICO 8		
QUIMICO 9		
QUIMICO 10		
RESULTADOS Al reducir el pH a 7, el agua se encuentra en reposo, luego al aplicar el químico 2, y el químico 3, se genera una corta espuma al disolverlos y el agua se torna un color gris al pasar 5 min, se comienzan a separar los contaminantes del agua, y estos flotan en la parte superior		
OBSERVACIONES → El agua con la que se experimenta sale del filtro catalizador como proceso anterior → El agua cuando se aplica el cloro pulverizado y el sulfato de aluminio se separa de los contaminantes es necesario separarlos después de mezclar bien los químicos.		


Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 12- Datos recogidos del filtro de carbón activado #1

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO DE CARBON ACTIVADO		
PRUEBA #1	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodon, este es el primer material de arriba hacia abajo, y sirve para que pase el agua con menos partículas	100 gr aprox
MATERIAL 2	Carbon mineral, el carbon en partículas pequeñas se usa para devolver minerales al agua contaminada	100 gr aprox
MATERIAL 3	Carbon pulverizado el carbon mineral se tritura y su polvo ayuda a la capa de carbon realizando la filtración	25 gr Aprox
MATERIAL 4	Algodon, se usa para que el agua gotee a través de sus delgadas fibras reteniendo partículas sólidas	50gr Aprox
MATERIAL 5		
MATERIAL 6		
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS Al ingresar el agua después de los químicos aplicados, ingresa con un tono gris y espuma cuando hace contacto con la primera capa de algodón se ralentiza el proceso pero cuando supera estas capas el agua sale transparente y parece lista para reusar en el proceso.		
OBSERVACIONES → Es lento el proceso pero satisface las necesidades del proyecto. <div>  </div>		

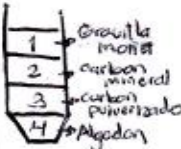
Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 13- Datos recogidos del filtro de carbón activado #2

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO DE CARBON ACTIVADO		
PRUEBA #2	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodón, este es el primer material de arriba hacia abajo y sirve para que pase el agua con menos partículas	100gr aprox
MATERIAL 2	Carbon vegetal, el carbon en trozos pequeños se usa para absorber contaminantes	75gr aprox
MATERIAL 3	Carbon vegetal pulverizado, se frotó y su polvo ayuda a la capa de carbon realizando la filtración	25gr aprox
MATERIAL 4	Algodón se usa para que el agua gotee a través de sus delgadas fibras reteniendo partículas sólidas	50gr aprox
MATERIAL 5		
MATERIAL 6		
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS Al ingresar el agua después de los químicos aplicados ingresa con un tono gris y espuma cuando hace contacto con la primera capa de algodón se reafirma el proceso pero supera las capas de filtración el agua sale transparente pero con un tono amarillo.		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div> <p>→ Es lento el proceso, en las capas de algodón</p> <p>→ El tono de la agua cuando sale del carbon vegetal a diferencia del carbon mineral, sale con un tono mas amarillo en comparación con la anterior prueba.</p> </div> </div>		


Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 14- Datos recogidos del filtro de carbón activado #3

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO DE CARBON ACTIVADO		
PRUEBA #3	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Gravilla fina, se usa para ayudar a devolver el color transparente al agua	100 gr aprox
MATERIAL 2	Carbon mineral el carbon en partículas pequeñas y medianas, se usa para devolver minerales y ayudar a retener contaminantes	50 gr aprox
MATERIAL 3	Carbon mineral pulverizado, el carbon mineral se tritura y su polvo, ayuda a la capa de carbon realizando la filtracion	12.5 gr aprox
MATERIAL 4	Algodon, se usa para que el agua gotee a traves de sus delgadas fibras reteniendo partículas solidas	50 gr aprox
MATERIAL 5		
MATERIAL 6		
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS El proceso se desarrolla mas rapido, el agua al atravesar por el sistema de filtracion se nota transparente y de mejor calidad al observar en contra luz en comparacion con la prueba #1.		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div> <p>→ El proceso aumenta su velocidad de filtracion y goteo</p> <p>→ es mejor la calidad del agua al comparacion en contra luz con la prueba #1 (carbon mineral y pulverizado)</p> </div> </div>		

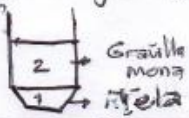


Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 15- Datos recogidos del filtro de carbón activado #4

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS BASADOS EN PRUEBA Y ERROR		
FILTRO DE CARBON ACTIVADO		
PRUEBA #4	DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL
MATERIAL 1	Algodon, este es el primer material que recibe el agua del proceso anterior	100 gr aprox
MATERIAL 2	Carbon mineral, el carbon partulas pequeñas, y medianas, se usa para devolver minerales y ayuda a retener contaminantes	50gr aprox
MATERIAL 3	Carbon pulverizado, el carbon mineral se tritura y su polvo, ayuda a la capa de carbon realizando la filtracion	12,5 gr aprox
MATERIAL 4	Algodon, se usa para que el agua gotee a traves de sus delgadas fibras reteniendo particulos solidos	50 gr aprox
MATERIAL 5		
MATERIAL 6		
MATERIAL 7		
MATERIAL 8		
MATERIAL 9		
MATERIAL 10		
RESULTADOS El agua que pasa por este filtro viene del filtro catalizador prueba #6, es necesario comprobar su efectividad, y al pasar el agua por este filtro no se logra la reduccion de contaminantes necesaria para que el agua se pueda reutilizar		
OBSERVACIONES <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>→ Continúa el agua que proviene del filtro catalizador con un color igual</p> <p>→ Su pH se mantiene en 10</p> <p>→ El agua se que sale del filtro de carbon activado se encuentra menos densa pero no es suficiente para reusarla en el proceso</p> </div> </div>		


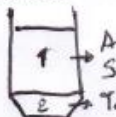
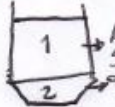
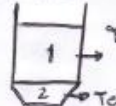
Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 16- Datos recogidos de la toma de muestras #00, #01, #02 y #03

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 00	
MATERIAL	Aguá contaminada
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones Muestra de agua obtenida directamente al finalizar el proceso de lavado de motores.	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA #01 ✓	
MATERIAL	Gravilla fina
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	300gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones = El agua que pasa a través de la capa de gravilla, neutraliza un poco su olor, el proceso es rápido dura 3 min. → goteo constante	
	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 02	
MATERIAL	Gravilla fina
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	900gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones  <ul style="list-style-type: none"> → Neutraliza el olor → Goteo constante → Al minuto 10 sale 180 ml del agua que entro 	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 03 ✓	
MATERIAL	Carbon mineral
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	50gr carbon mineral sin triturar
CANTIDAD DE MATERIAL 2	12.5gr carbon mineral pulverizado
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250ml de agua
observaciones  <ul style="list-style-type: none"> → Salen 250 ml de agua al minuto 10 → Entre mayor cantidad de agua que ingresa mayor presión, y sale el agua mas rápido 	

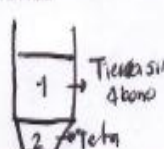
Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

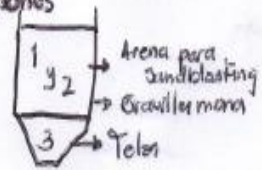
Anexo 17- Datos recogidos de la toma de muestras #04, #05, #06 y #07

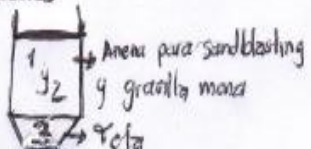
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 04	
MATERIAL	Carbon mineral
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	200 gr carbon mineral sin triturar
CANTIDAD DE MATERIAL 2	50 gr carbon mineral triturado
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p>  <ul style="list-style-type: none"> → Goteo lento → El pH se mantiene en 13 → El agua que pasa por el filtro sale con un poco de partículas pequeñas → Se neutraliza muy poco el olor 	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 05 ✓	
MATERIAL	Arena para sandblasting
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	100 gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p>  <ul style="list-style-type: none"> → El filtrado es rápido → Después que el agua pasa a través de la arena se nota como quedan puntos negros de la retención de partículas por parte de la arena 	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 06	
MATERIAL	Arena para sand blasting
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	600gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p>  <ul style="list-style-type: none"> → Se queda la mitad del agua que entra en la filtración debido a la cantidad de material → Proceso lento 	
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 07 ✓	
MATERIAL	Tierra negra sin abono
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	100gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p>  <ul style="list-style-type: none"> → Goteo rápido → Se ve un poco mas oscura el agua 	

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 18- Datos recogidos de la toma de muestras #08, #09 y #10

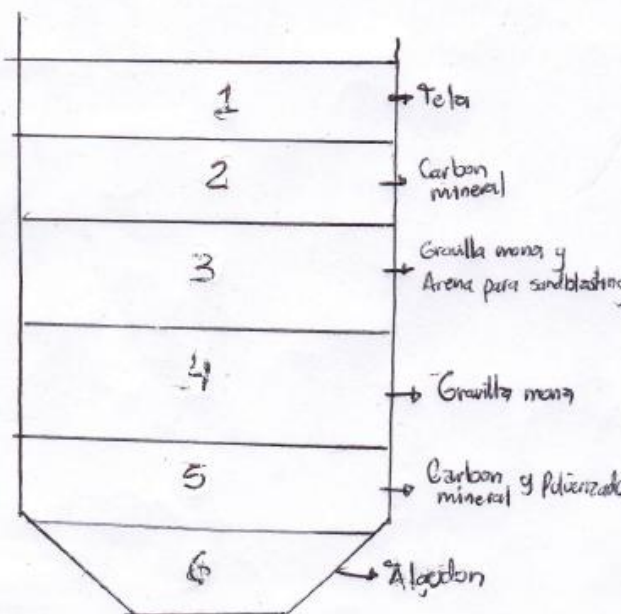
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 08	
MATERIAL	Tierra negra sin abono
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	200 gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones  <ul style="list-style-type: none"> → Goteo lento → Se queda un tercio (1/3) del agua dentro del filtro ya que es muy lento el proceso 	

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 09	
MATERIAL	Arena para sandblasting y gravilla mona (mezclados)
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	100gr arena para sandblasting
CANTIDAD DE MATERIAL 2	100gr gravilla mona
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones  <ul style="list-style-type: none"> → Goteo rapido → la arena detiene demasiadas partículas de contaminantes 	

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 10	
MATERIAL	Arena para sandblasting y gravilla mona (mezclados)
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	500 gr arena para sandblasting
CANTIDAD DE MATERIAL 2	500gr gravilla mona
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones  <ul style="list-style-type: none"> → Proceso de goteo lento → Se demora como quedan partículas de contaminantes a traves del filtro 	

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 19- Datos recogidos de la toma de muestras #11

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 11	
FILTRO CATALIZADOR # 1	
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Tela 100 gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 2	Carbon mineral 200 gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Gravilla mona 200 gr mezclado con 200gr de Arena para Sind
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Gravilla mona 200gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 5	Carbon 100gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 6	Algodon 15gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 7	
CANTIDAD DEL MATERIAL 8	
CANTIDAD DEL MATERIAL 9	
CANTIDAD DEL MATERIAL 10	
CANTIDAD DEL MATERIAL 11	
CANTIDAD DEL MATERIAL 12	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones	
 <p>→ paso de agua lento</p> <p>→ Duración de la filtración de 10 min</p> <p>→ pH baja a 10 de 13 que es etimol</p> <p>→ Se elimina el olor fuerte con el que viene el agua</p>	

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 20- Datos recogidos de la toma de muestras #12

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 12 ✓	
FILTRO CATALIZADOR # 2	
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Tela 100 gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 2	Gravilla 200gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Tierra negra sin abono 200 gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Gravilla mola 200gr mezclada con 200gr Arena para Sandblasting
CANTIDAD DEL MATERIAL 5	Carbon mineral 200gr mezclado con 50gr Carbon pulverizado
CANTIDAD DEL MATERIAL 6	Algodon 15gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 7	
CANTIDAD DEL MATERIAL 8	
CANTIDAD DEL MATERIAL 9	
CANTIDAD DEL MATERIAL 10	
CANTIDAD DEL MATERIAL 11	
CANTIDAD DEL MATERIAL 12	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250ml de agua
<p>observaciones</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1; margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> → Permite mas paso de Agua → pH en 10 → Se elimina el olor fuerte del agua contaminada → Duracion 8 min </div> </div>	

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 21- Datos recogidos de la toma de muestras #13

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS																						
MUESTRA # 13																						
FILTRO CATALIZADOR # 3																						
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Grava 400gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 2	Tela 100gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Grava 400gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Gravilla mona 200gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 5	Tierra negra sin abono 100gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 6	Carbon mineral 100gr mezclado 25 gr de Carbon pulverizado																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 7	Gravilla mona 200gr mezclada 200gr de Arena para Sandblasting																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 8	Gravilla mona 200gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 9	Carbon mineral 100gr mezclado con 25gr de Carbon pulverizado																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 10	Tela 15gr																					
CANTIDAD DEL MATERIAL 11																						
CANTIDAD DEL MATERIAL 12																						
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua																					
observaciones <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>→ Grava</td> <td rowspan="10"> → Paso de agua lento → Duración 20 minutos → Se elimina el olor → pH de 10 se reduce del pH 13 que es el inicial </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>→ Tela</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>→ Grava</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>→ Gravilla mona</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>→ Tierra negra sin abono</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>→ Carbon mineral y Carbon pulverizado</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>→ Gravilla mona y Arena para sandblasting</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>→ Gravilla mona</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>→ Carbon mineral y Carbon pulverizado</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>→ Algodón</td> </tr> </table>		1	→ Grava	→ Paso de agua lento → Duración 20 minutos → Se elimina el olor → pH de 10 se reduce del pH 13 que es el inicial	2	→ Tela	3	→ Grava	4	→ Gravilla mona	5	→ Tierra negra sin abono	6	→ Carbon mineral y Carbon pulverizado	7	→ Gravilla mona y Arena para sandblasting	8	→ Gravilla mona	9	→ Carbon mineral y Carbon pulverizado	10	→ Algodón
1	→ Grava	→ Paso de agua lento → Duración 20 minutos → Se elimina el olor → pH de 10 se reduce del pH 13 que es el inicial																				
2	→ Tela																					
3	→ Grava																					
4	→ Gravilla mona																					
5	→ Tierra negra sin abono																					
6	→ Carbon mineral y Carbon pulverizado																					
7	→ Gravilla mona y Arena para sandblasting																					
8	→ Gravilla mona																					
9	→ Carbon mineral y Carbon pulverizado																					
10	→ Algodón																					

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 22- Datos recogidos de la toma de muestras #14, #15 y #16

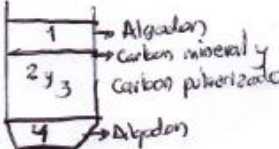
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 14	
QUIMICOS PARA EL FILTRO CATALIZADOR #1	
PH	Inicial: 10 Final: 7
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	12 ml Acido muriatico para 250 ml de agua
CANTIDAD DE MATERIAL 2	6 gr Cloro
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	6 gr Sulfato de aluminio
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones	
<p>→ No hace combustion solo emite un poco de espuma</p> <p>→ Duracion del mezclado de los quimicos 5 minutos</p>	

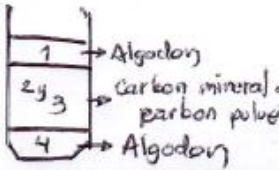
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 15 ✓	
QUIMICOS PARA EL FILTRO CATALIZADOR # 2	
PH	Inicial: 10 Final: 7
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	12 ml Acido muriatico para 250 ml de agua
CANTIDAD DE MATERIAL 2	6 gr cloro
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	6 gr sulfato de aluminio
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones	
<p>→ La espuma es la mas baja que se registro en comparacion con las pruebas</p> <p>→ Duracion del mezclado de los quimicos 5 minutos</p>	

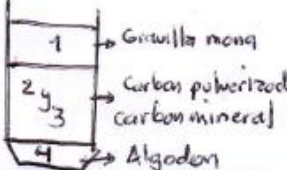
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 16	
QUIMICOS PARA EL FILTRO CATALIZADOR # 3	
PH	Inicial: 10 Final: 7
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	12 ml Acido muriatico para 250 ml de agua
CANTIDAD DE MATERIAL 2	5 gr Cloro pulverizado
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	5 gr Sulfato de aluminio
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
observaciones	
<p>→ No hace combustion, pero emite bastante espuma</p> <p>→ Duracion del mezclado de los quimicos 5 minutos</p>	

Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 23- Datos recogidos de la toma de muestras #17, #18 y #19

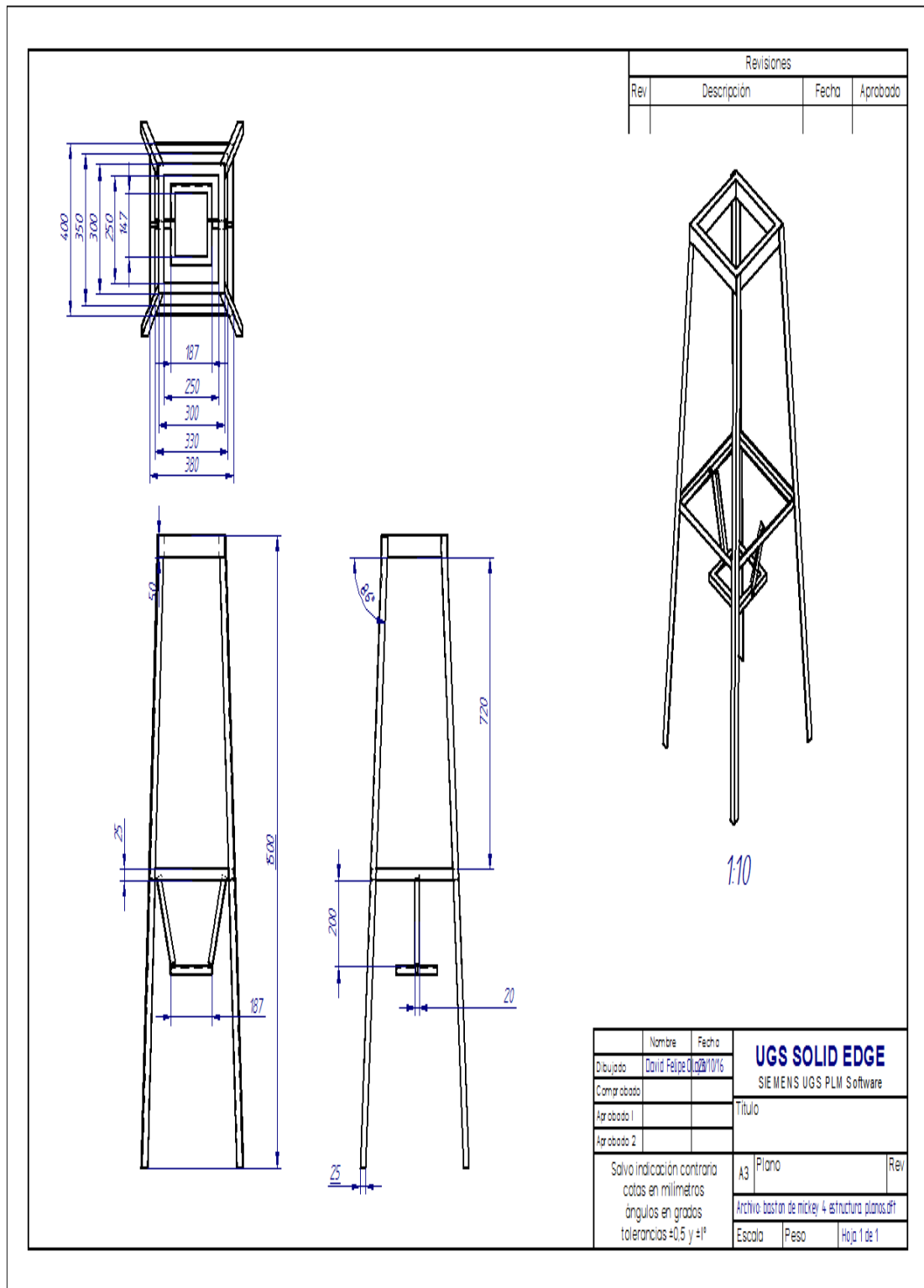
FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 17	
FILTRO DE CARBON PARA EL FILTRO CATALIZADOR # 1	
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Algodon 25 gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	Carbon mineral 100gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Carbon pulverizado mineral 25gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Algodon 25gr
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ Es lento el proceso</p> <p>→ Duración 15 minutos</p> </div> </div>	

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 18	
FILTRO DE CARBON PARA EL FILTRO CATALIZADOR # 2	
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Algodon 25 gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	Carbon mineral 50gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Carbon mineral pulverizado 12.5
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Algodon 25gr
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ Es mas rapido el proceso con respecto a la anterior muestra</p> <p>→ Esta es la medida ideal</p> <p>→ Duración 10 min</p> </div> </div>	

FORMATO PARA ANALISIS DE MUESTRAS	
MUESTRA # 19 ✓	
FILTRO DE CARBON PARA EL FILTRO CATALIZADOR # 3	
CANTIDAD DEL MATERIAL 1	Gravilla mena 200 gr
CANTIDAD DE MATERIAL 2	Carbon mineral 50gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 3	Carbon mineral pulverizado 12.5gr
CANTIDAD DEL MATERIAL 4	Algodon 25gr
CANTIDAD DE AGUA PARA LA MUESTRA	250 ml de agua
<p>observaciones</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>→ Es mejor la calidad de agua a contraluz con las otras muestras</p> <p>→ Duración 10 minutos</p> <p>→ Es rapido el proceso</p> </div> </div>	

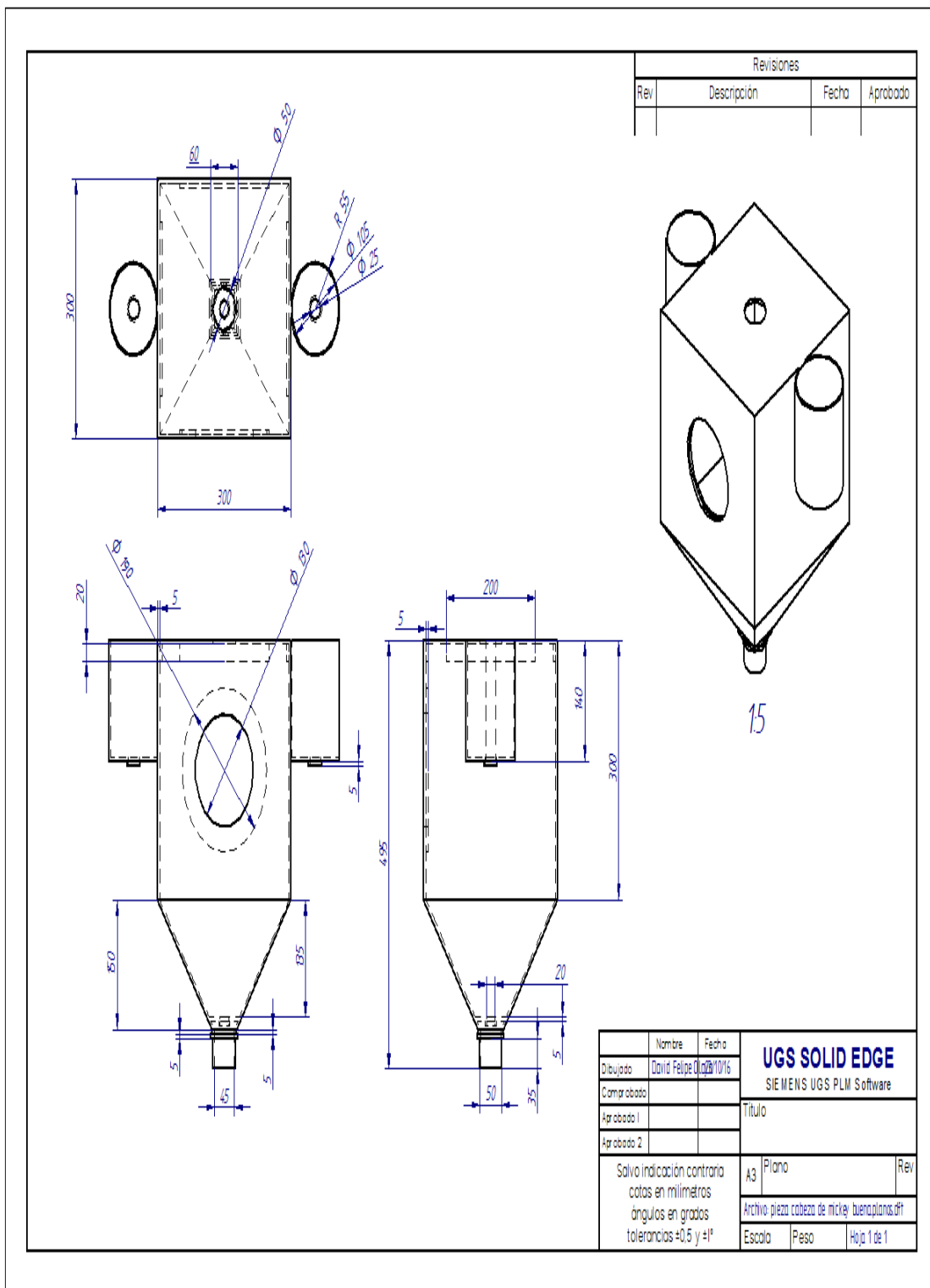
Fuente: datos recogidos y formatos propuestos por el investigador

Anexo 24- Plano estructura del prototipo



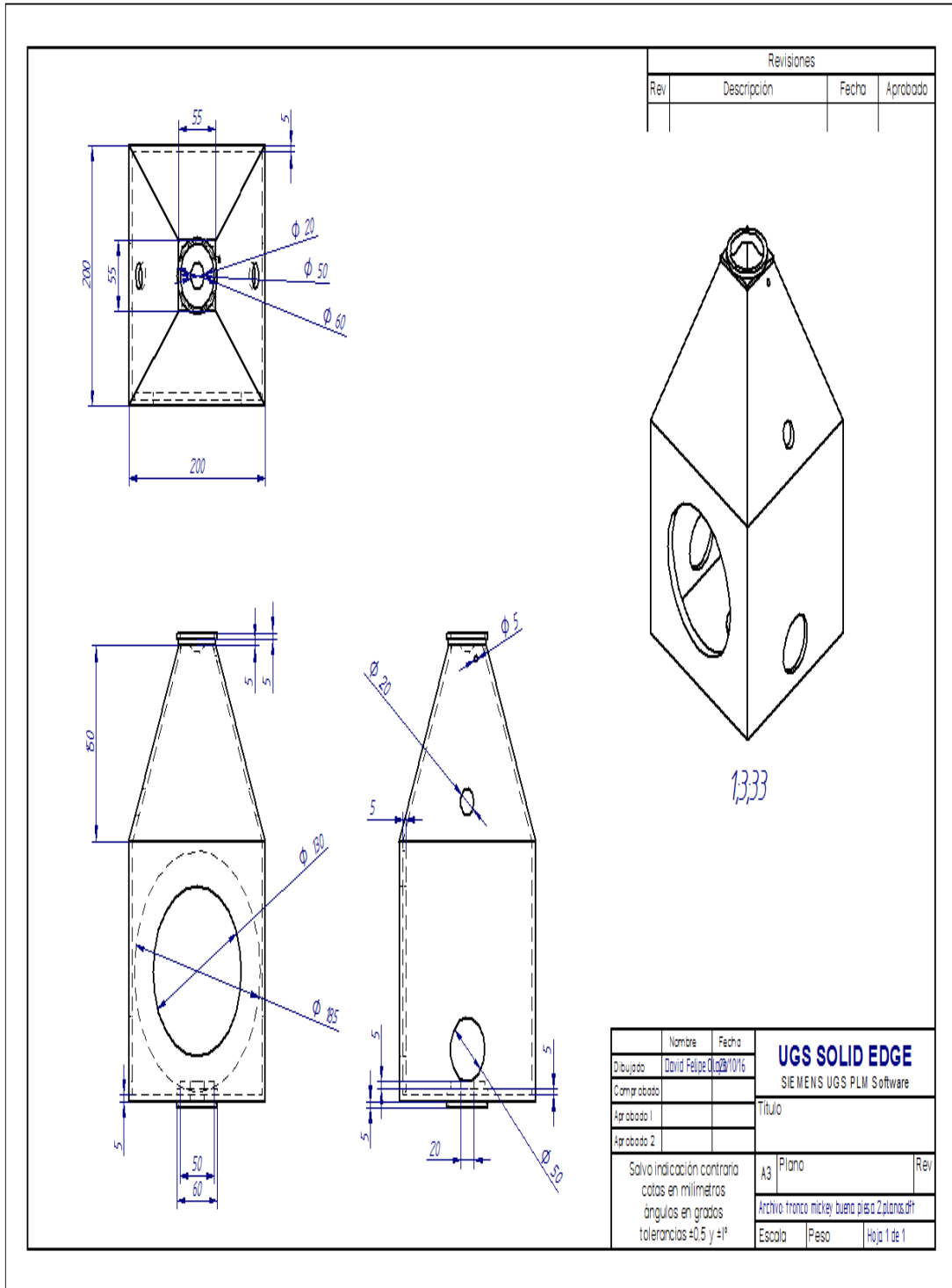
Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge

Anexo 25- Plano prototipo parte superior



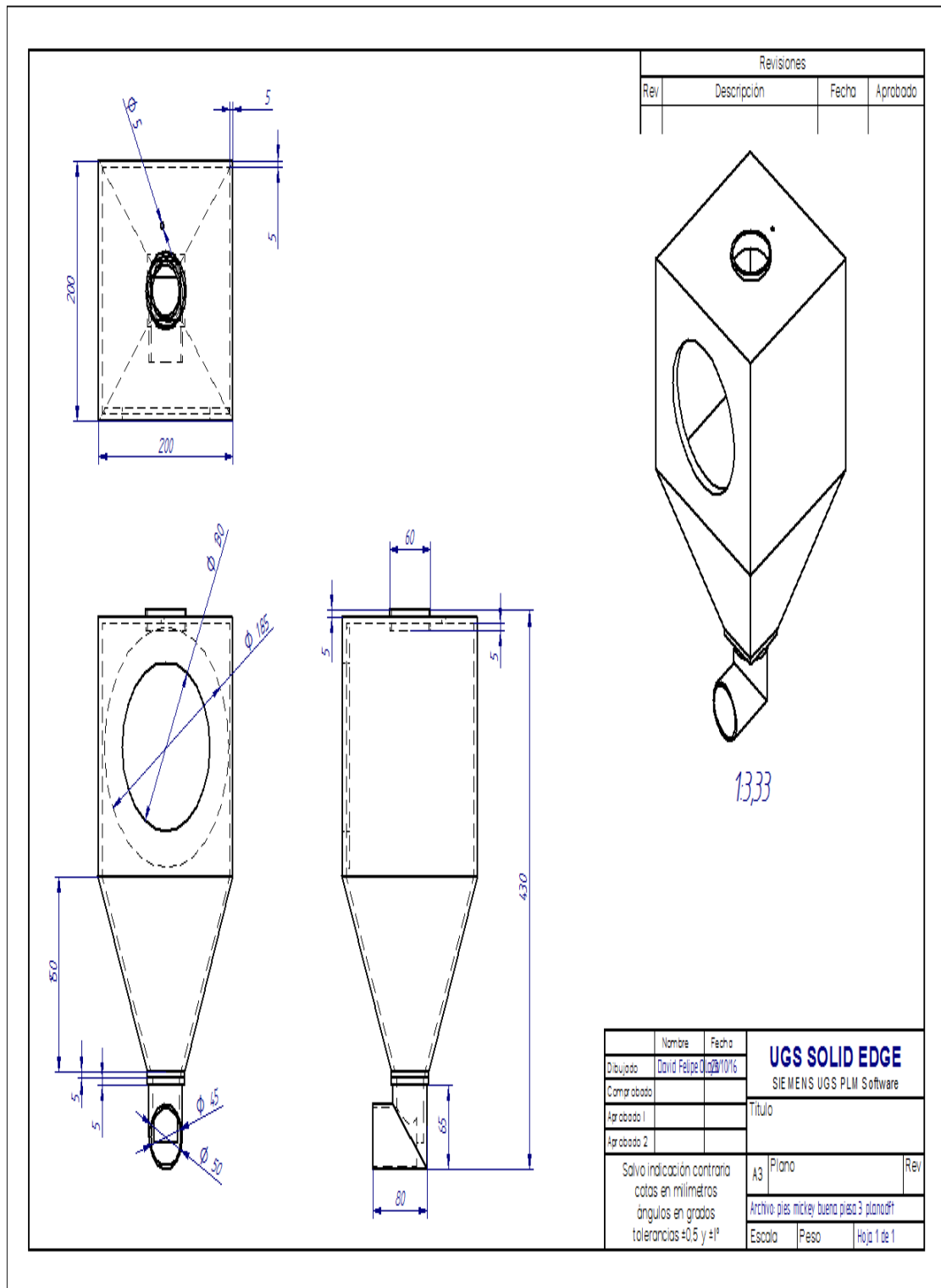
Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge

Anexo 26- Plano prototipo parte media



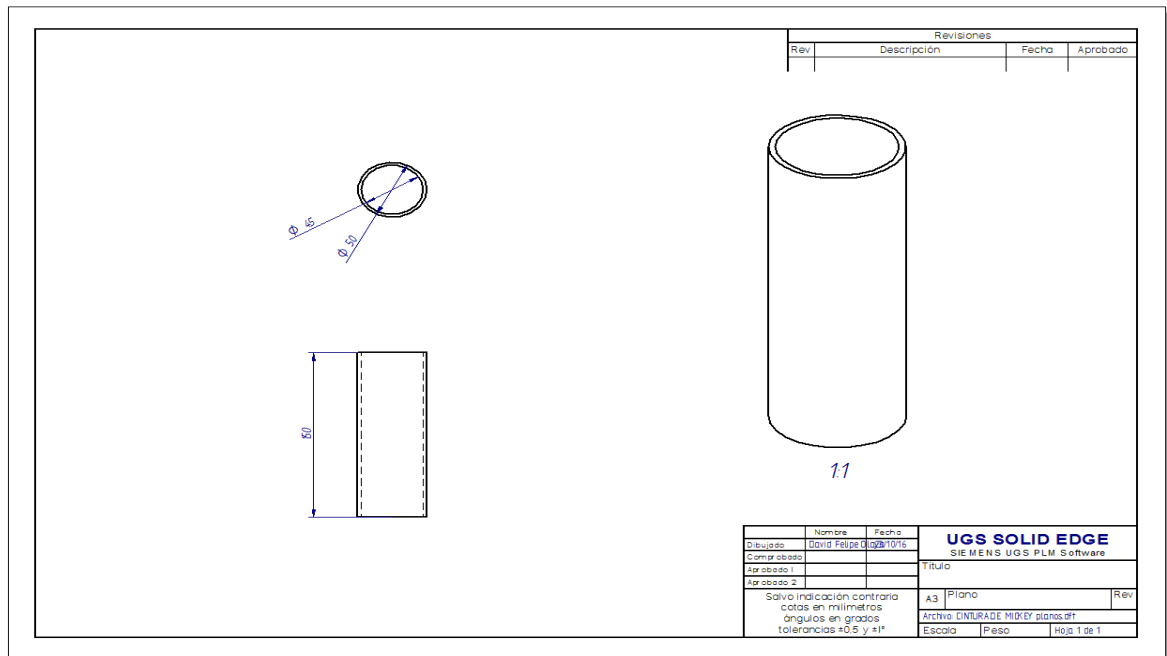
Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge

Anexo 27- Plano prototipo parte inferior



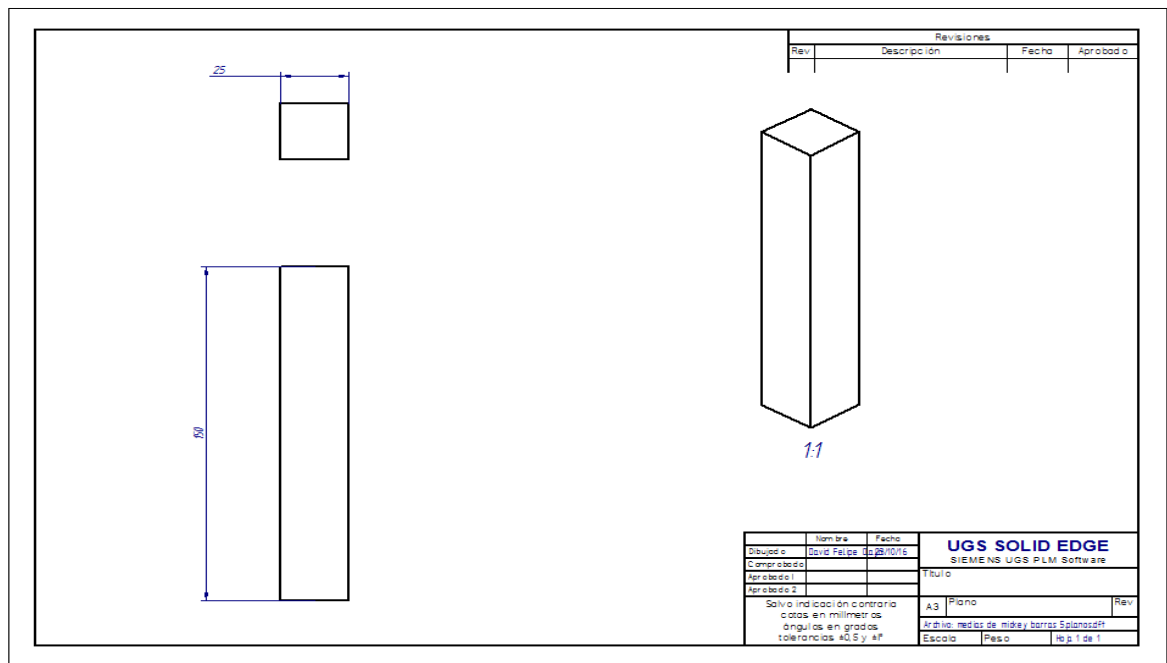
Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge

Anexo 28- Planos prototipo tubo conector



Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge

Anexo 29- Plano prototipo refuerzo estructura



Fuente: planos diseñados por el investigador en el programa de modelamiento de sólidos Solid Edge